

編號：(96)074.215

密件(民國100年12月31日解密)

京都議定書經濟影響評估模型 之建立、持續維護及調整(2/5)

委託單位：行政院經濟建設委員會
受託單位：財團法人台灣經濟研究院
民國96年12月

編號：(96)074.215

京都議定書經濟影響評估模型 之建立、持續維護及調整 (2/5)

主持人：洪德生

共同主持人：黃宗煌

計畫顧問：陳士麟 蔣本基

協同主持人：林師模 楊豐碩

研究人員：李堅明 李叢禎 林幸樺

陳詩豪 楊晴雯 蘇漢邦

研究助理：江易宸 李怡璇 黃婷婷

本報告內容係研究單位之觀點，不代表委託機關之意見

委託機關：行政院經濟建設委員會

受託機關：財團法人台灣經濟研究院

民國 96 年 12 月 30 日

目 錄

第一章 緒論	1
1.1 緣起.....	1
1.2 目標.....	5
1.3 工作項目.....	5
第二章 開徵能源稅之情境影響評估	8
2.1 前言.....	8
2.2 我國能源產品相關之稅費.....	9
2.2.1 貨物稅.....	9
2.2.2 關稅.....	16
2.2.3 加值型營業稅.....	19
2.2.4 汽車燃料使用費.....	20
2.2.5 空氣污染防制費.....	24
2.2.6 土壤及地下水污染整治費.....	32
2.2.7 石油基金.....	35
2.3 「能源稅條例草案」各版本比較.....	38
2.3.1 陳明真委員版.....	38
2.3.2 王塗發委員版.....	41
2.3.3 各版本的比較.....	43
2.4 開徵能源稅之情境影響評估.....	48
2.4.1 文獻評述.....	48
2.4.2 基準情境設計.....	51
2.4.3 模擬情境說明.....	66
2.4.4 評估結果分析.....	69
2.5 考慮核能延役及二大投資下之能源稅情境影響評估.....	79
2.5.1 基準情境設定.....	79
2.5.2 模擬情境說明.....	81
2.5.3 評估結果分析.....	86
2.6 本章結語.....	95
第三章 CO₂減量之情境影響評估	97
3.1 前言.....	97
3.2 減量之影響評估的文獻回顧.....	99
3.2.1 各減量目標的經濟影響：過去評估結果的檢視.....	99
3.2.2 國際油價上漲加重減量的經濟衝擊.....	110
3.3 更新的排放基線及其減量影響評估.....	129
3.3.1 新設的減量情境.....	129
3.3.2 模擬結果.....	130
3.3.3 與其他研究的比較.....	134
3.4 二大投資下之減量評估.....	137
3.4.1 新設之減量情境.....	137
3.4.2 模擬結果.....	137
第四章 總量管制與排放交易之情境影響評估	148
4.1 前言.....	148
4.2 總量管制的最適路徑.....	149
4.2.1 理論模型.....	151
4.2.2 主要意涵.....	155
4.2.3 數值模擬分析.....	158
4.2.4 本節結語.....	166
4.3 排放交易的效率及其影響因素.....	167

4.3.1 市場力量.....	169
4.3.2 交易成本.....	170
4.3.3 市場進入障礙.....	170
4.4 國內排放交易的市場潛力	170
4.4.1 我國與主要國家邊際減量成本之比較.....	171
4.4.2 我國主要耗能產業邊際減量成本之比較.....	172
4.5 本章結語.....	173
第五章 國內外因應京都議定書的策略	175
5.1 美國 2005 年能源政策法 (US ENERGY POLICY ACT OF 2005)	175
5.2 STERN REVIEW	186
5.3 歐洲能源策略綠皮書	194
5.4 英國的氣候變遷法 (CLIMATE CHANGE BILL)	203
5.5 溫室氣體減量法草案評述	213
5.5.1 行政院與立法院版本之比較.....	214
5.6 我國再生能源發展的政策.....	229
5.6.1 我國發展再生能源的政策.....	229
5.6.2 再生能源的使用成本.....	232
5.6.3 我國發展再生能源的潛力.....	236
5.6.4 再生能源取代化石能源之環境效果.....	244
5.6.5 化石能源價格上漲對再生能源技術創新的誘發效果.....	247
5.5 本章結語.....	256
第六章 台灣參與國際 CDM 可行性分析	258
6.1 前言	258
6.2 COP12/MOP2 之 CDM 最新發展.....	258
6.3 台灣參與國際碳基金的可行性	260
6.4 台灣參與 CDM 計畫的能力建構分析	263
6.5 台灣參與 CDM 計畫的可行性分析	265
6.6 本章結語.....	268
第七章 結論與建議.....	270
7.1 結論.....	270
7.1.1 能源稅之 3E 影響評估.....	270
7.1.2 CO ₂ 減量之 3E 影響評估.....	271
7.1.3 我國推 CDM 的可行性.....	274
7.1.4 我國推動排放交易的問題與利基.....	274
7.1.5 溫室氣體減量之國際發展情勢.....	276
7.1.6 舉辦研討會成果.....	276
7.1.7 「碳經濟」出刊成果.....	277
7.2 建議.....	277
參考文獻.....	282
附件.....	292
附件一：辦理研究成果發表會	
附件二：「碳經濟」出刊成果	
附件三：聯合國氣候變化綱要公約最新發展情勢	
附件四：期中審查意見及處理說明	
附件五：期末審查意見及處理說明	
附件六：經建會 94 年度京都議定書相關計畫研究成果彙整報告	
附件七：本年度有關模型改善部分說明	
附件八：參加 COP13 出國報告	

表目錄

表 2-1. 我國能源相關稅費比較表.....	10
表 2-2. 油氣類之貨物稅徵收標準.....	11
表 2-3. 油氣類貨品貨物稅實徵淨額及稅收比例.....	12
表 2-4. 油氣類貨品之貨物稅有效稅率.....	14
表 2-5. 進口稅則第 27 章貨品之關稅稅率表：2006 年.....	17
表 2-6. 汽車燃料使用費徵收標準.....	22
表 2-7. 汽車燃料使用費歷年徵收金額.....	23
表 2-8. 油（燃）料空污費費率.....	27
表 2-9. 油（燃）料空污費費率：2007 年 1 月 1 日起.....	27
表 2-10. 硫氧化物與氮氧化物空污費費率.....	28
表 2-11. 空污費新費率：2007 年 1 月 1 日起.....	29
表 2-12. 空氣污染防治費收入決算數.....	31
表 2-13. 石油系有機物應徵收土壤及地下水污染整治費之費率.....	34
表 2-14. 土壤及地下水污染整治費決算數.....	35
表 2-15. 輸入石油之石油基金收取金額.....	37
表 2-16. 石油基金歷年收取金額.....	38
表 2-17. 陳委員舊版之能源稅稅額（率）：2007~2015.....	39
表 2-18. 陳委員之新版能源稅單位稅額.....	40
表 2-19. 陳委員新、舊版之內容比較.....	41
表 2-20. 王委員版之能源稅單位稅額：2008~2015 年.....	42
表 2-21. 兩種版本之能源稅條例草案及現行貨物稅之比較.....	44
表 2-22. 能源稅稅率：財政部版.....	45
表 2-23. 按 94 年度油氣類貨物稅實徵數及完稅數量估算實施能源稅稅收影響數明細表.....	46
表 2-24. 模型之部門分類.....	51
表 2-25. 我國家戶數與人口數實績及未來展望.....	53
表 2-26. 我國消費者物價指數（CPI）之推估結果.....	54
表 2-27. 能源價格之實績及未來預測值.....	55
表 2-28. 核四投資之資金排擠計算.....	57
表 2-29. 能源消費量校準結果.....	59
表 2-30. 社會會計矩陣.....	62
表 2-31. TAIGEM-III 模型之基準情境.....	65
表 2-32. 各版本之能源稅稅收.....	67
表 2-33. 各能源產品所負擔之年均能源稅.....	69
表 2-34. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率的影響.....	71
表 2-35. 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率.....	72
表 2-36. 開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響：各版本之比較.....	73
表 2-37. 對就業成長率及就業人數的影響：各版本之比較.....	75
表 2-38. 開徵能源稅之減量成本：各版本之比較.....	78
表 2-39. 能源價格之實績與未來預測值再更新.....	80
表 2-40. TAIGEM-III 基準情境之差異.....	80
表 2-41. 各情境下能源稅稅收.....	82
表 2-42. 各能源產品所負擔之年均能源稅.....	85
表 2-43. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率之影響.....	88
表 2-44. 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率.....	89
表 2-45. 各情境下開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響.....	90
表 2-46. 對就業成長率及就業人數之影響.....	91
表 2-47. 各情境下開徵能源稅之減量成本.....	94
表 3-1. 各減量情境下之總體經濟減量成本：李堅明等人（2005）.....	101
表 3-2. 張四立（2005）的模擬情境.....	101
表 3-3. CO2 排放量以固定比例成長時之 GDP 成長率的降幅與單位減量成本.....	107

表 3-4.	各減量目標之減量成本與 GDP 損失：環保署（2006）	108
表 3-5.	各減量方案下對 GDP 之衝擊：台綜院（2006）	109
表 3-6.	國內關於國際油價上漲之評估情境、方法及模型限制	111
表 3-7.	國際油價上漲對我國實質 GDP 影響之彈性	113
表 3-8.	國際原油之 BAU 價格與在各漲幅下之價格	116
表 3-9.	能源價格之實績及未來預測值	119
表 3-10.	各模擬情境下之減量成本	126
表 3-11.	各減量情境下之 GDP 成長率：既有核電廠如期除役	130
表 3-12.	CO ₂ 減量對 GDP 損失率的影響：	132
表 3-13.	各情境下之單位減量成本	134
表 3-14.	相關研究之評估結果比較	135
表 3-15.	CO ₂ 減量經濟影響評估	136
表 3-16.	各減量情境下之 GDP 成長率	138
表 3-17.	各減量情境之 GDP 損失率	140
表 3-18.	各情境下之人均 GDP	141
表 3-19.	各減量情境之單位減量成本	145
表 4-1.	基線排放量成長率以及政策管制目標變動對技術減量最適路徑之影響	157
表 4-2.	各情境下 CO ₂ 基線排放量及減量之時間路徑	160
表 4-3.	基線排放量成長率以及政策管制目標變動對 CO ₂ 排放量及減量最適路徑之影響	166
表 4-4.	主要耗能產業減量成本差異比較表	174
表 5-1.	聯邦能源消費稅	177
表 5-2.	溫度上升造成能源需求變動概況	189
表 5-3.	氣候變遷對區域影響之概況	189
表 5-4.	已開發國家遇全球暖化時之成本估計	191
表 5-5.	綠皮書之能源措施	201
表 5-6.	先進國家調適政策比較	213
表 5-7.	行政院與立法院原始版本的比較	216
表 5-8.	行政院與立法院原始版本差異性分析	226
表 5-9.	英國再生能源發電成本	233
表 5-10.	2003~2020 年對電價、物價及經濟成長影響彙總表	234
表 5-11.	再生能源替代火力發電所造成之影響	235
表 5-12.	電力業使用化石燃料 CO ₂ 排放趨勢推估	246
表 5-13.	各類再生能源發電所帶動的直接 CO ₂ 減量效果	247
表 5-14.	VAN VUUREN ET AL. (2004) 模型使用之學習進步率	254
表 5-15.	電力部門 CCS 成本預估：整合模型研究結果	256
表 5-16.	歐美國家因應溫室氣體減量政策比較	256
表 6-1.	CDM 登錄件數排放前五名國家比較	259
表 6-2.	CDM 登錄 CERS 排放前五名國家比較	260
表 6-3.	CDM 登錄活動型態分配比較	260
表 6-4.	國際碳基金比較	261
表 6-5.	我國產業參與 CDM 之 SWOT 分析	267

圖目錄

圖 2-1. 油氣類貨物稅收趨勢.....	13
圖 2-2. 汽車燃料使用費收入趨勢.....	24
圖 2-3. 歷年空氣污染防治費收入.....	32
圖 2-4. 電力部門技術配套設計.....	60
圖 2-5. 勞動市場均衡機制.....	64
圖 2-6. 各部門負擔之能源稅.....	68
圖 2-7. 各版本之能源稅稅收淨額.....	69
圖 2-8. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率的影響.....	70
圖 2-9. 開徵能源稅的 GDP 損失總額.....	70
圖 2-10. 開徵能源稅的 GDP 損失率.....	71
圖 2-11. 開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響：各版本之比較.....	73
圖 2-12. 開徵能源稅對就業成長率的影響.....	74
圖 2-13. 開徵能源稅對就業人數的影響.....	74
圖 2-14. 各情境下之 CO ₂ 排放量.....	77
圖 2-15. 各情境之單位 CO ₂ 減量的總體經濟成本比較.....	79
圖 2-16. 政院版下各部門負擔之能源稅平均值(2009-2018).....	84
圖 2-17. 林委員版本下各部門負擔之能源稅平均值.....	84
圖 2-18. 各情境之能源稅稅收淨額.....	86
圖 2-19. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率之影響.....	87
圖 2-20. 開徵能源稅之 GDP 損失總額.....	87
圖 2-21. 開徵能源稅之 GDP 損失率.....	88
圖 2-22. 開徵能源稅對就業成長率之影響.....	91
圖 2-23. 開徵能源稅對就業人數之影響.....	91
圖 2-24. 各情境下之 CO ₂ 總排放量.....	93
圖 2-25. 各情境下之 CO ₂ 排放量降幅.....	93
圖 2-26. 各情境下之單位 CO ₂ 減量的總體經濟成本比較.....	94
圖 2-27. 各情境下之單位 CO ₂ 減量的總體經濟成本.....	95
圖 3-1. 2005 年全國能源會議 CO ₂ 減量規劃.....	98
圖 3-2. 各減量情境對實質 GDP 成長率的影響：李堅明等人（2005）.....	100
圖 3-3. 減量情境對 GDP 成長率的影響：張四立（2005）.....	102
圖 3-4. 京都模式下各減量情境對實質 GDP 成長率的衝擊.....	104
圖 3-5. 密集度模式下各減量情境對實質 GDP 成長率的衝擊.....	104
圖 3-6. 各減量情境下之單位總體經濟成本比較：黃宗煌等人（2005A）.....	105
圖 3-7. 361 方案與固定比例成長方案對 GDP 成長率的影響.....	106
圖 3-8. 國際油價上漲對 GDP 成長率的衝擊：狀況一與狀況二的比較.....	117
圖 3-9. 國際油價上漲的實質 GDP 損失：狀況一與狀況二的比較.....	117
圖 3-10. 我國 CO ₂ 排放基線之預測區間.....	118
圖 3-11. 能源價格上漲造成排放基線上移將增加減量負擔.....	119
圖 3-12. 國際能源價格新舊預測值的比較.....	120
圖 3-13. 能源價格變動後對我國 CO ₂ 排放基線的影響.....	122
圖 3-14. 我國 GDP 成長率之基線預測：2006~2025.....	122
圖 3-15. 基準情境下之 GDP 成長率與 CO ₂ 排放總量之基線預測.....	123
圖 3-16. 各減量目標對 GDP 成長率的影響：考慮能源新走勢的再評估結果.....	124
圖 3-17. 各減量目標下之 GDP 損失率：.....	125
圖 3-18. 2005 年全國能源會議之減量情境.....	127
圖 3-19. CO ₂ 減量對九大產業之附加價值配比的影響.....	128
圖 3-20. CO ₂ 減量對能源密集產業之附加價值配比的影響.....	128
圖 3-21. CO ₂ 減量對能源密集產業之產出的影響.....	129
圖 3-22. 各減量情境下之 GDP 成長率：既有核電廠如期除役.....	131
圖 3-23. 在各減量情境下之 GDP 成長率：.....	131
圖 3-24. CO ₂ 減量對 GDP 損失率的影響：既有核電廠如期除役.....	133

圖 3-25. 各情境下之 CO ₂ 排放量	133
圖 3-26. 各情境下之人均 CO ₂ 排放量	134
圖 3-27. 含二大投資之 GDP 成長率：基線.....	139
圖 3-28. 各減量情境之 GDP 成長率.....	139
圖 3-29. 各減量情境下之 GDP 損失率.....	141
圖 3-30. 各減量情境之人均 GDP.....	142
圖 3-31. 各情境下之 CO ₂ 總排放量：不含二大投資	143
圖 3-32. 各情境下之 CO ₂ 總排放量：含二大投資	143
圖 3-33. 各情境下之人均 CO ₂ 排放量：不含二大投資.....	144
圖 3-34. 各情境下之人均 CO ₂ 排放量：二大投資	144
圖 3-35. 對九大產業之附加價值配比影響：2011-2025 平均值.....	146
圖 3-36. 對能源密集產業附加價值配比之影響：2011-2025 平均值.....	147
圖 3-37. CO ₂ 減量對能源密集產業之實質產出之影響：2011-2025 平均值.....	147
圖 4-1. CO ₂ 排放量及減量之時間路徑（基準情境）	162
圖 4-2. CO ₂ 排放量及減量之時間路徑（基準情境與情境 2 之比較）	163
圖 4-3. CO ₂ 排放量及減量之時間路徑（基準情境與情境 3 之比較）	164
圖 4-4. CO ₂ 排放量及減量之時間路徑（基準情境與情境 4 之比較）	165
圖 4-7. 我國與主要國家邊際減量成本之比較.....	172
圖 5-1. 英國溫室氣體排放與減排成效趨勢.....	204
圖 5-2. 碳預算以五年為一期.....	205
圖 5-3. 碳預算隨時間遞減.....	206
圖 5-4. 碳預借行為示意圖.....	207
圖 5-5. 年度報告時間表.....	212
圖 5-6. 英國發電成本 PENCE/PER-KWH (不含 CO ₂ 排放成本).....	233
圖 5-7. 英國發電成本 PENCE/PER-KWH.....	233
圖 5-8. 我國生質柴油推動目標及時程.....	237
圖 5-9. 國際未來節能減碳技術趨勢.....	243
圖 5-10. 能源政策(各方案)之 CO ₂ 減量效果.....	245
圖 6-1. 台灣推動 CDM 計畫之能力建構架構.....	265

第一章 緒論

1.1 緣起

本計畫的推動主要是立基於以下三項觀點：（1）我國須以審慎態度來面對京都議定書的減量規範；（2）理性論證須有所本，以量化的科研成果為基礎；（3）明智決策須兼顧溫室氣體減量的 3E 影響。茲說明如下：

一、我國須以審慎態度來面對京都議定書

我國並非聯合國會員國，迄未獲准簽署「聯合國氣候變化綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），在京都議定書的國家歸類中，亦屬妾身未明，因此，目前我國尚未被賦予任何明確的減量責任，同時也因京都議定書沒有任何懲處條款而暫無貿易制裁風險。但是，我國在京都議定書已經生效的情境下，實不容無動於衷，更需要以審慎的態度來面對，主要原因如下（李堅明等人，2005）：

- （一）附件一批准國家為落實減量承諾，勢須採行各種減量策略，其結果將經由貿易條件或貿易型態的改變、乃至於足以造成貿易扭曲的環保措施（例如環保標章、提高商品之能源效率標準）而直接或間接地影響我國。更重要的是，外銷導向的業者若不能因應國際形勢而自我減量，並提昇產品綠色形象，未來難保不會面臨出口障礙。
- （二）以處變不驚的態度來推延國內的減量期程，未必百利而無害。過去已經有不少研究針對歐盟是否應該延遲減量的利弊得失加以評估（例如 van der Gaast, 2003），結果指出：延遲減量的結果，將因坐失減量先機而致日後的減量成本大幅增加。因此，觀望不如及早行動。
- （三）我國縱因國際身份特殊而在短期內不致面臨減量規範與壓力，但對於部分非附件一的排放大國而言（尤其是中國、印度、印尼等亞洲國家），其減量責任遲早成為檯面議題。根據 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)的評估，為避免溫室氣體對人類的危害，大氣中溫室氣體的濃度必須維持在 450 至 550 CO₂ eq ppmv 之間，然而，單靠附件一國家依京都議定書的承諾來減量，長期下仍無法達到上述目標，這也是

美、澳不願批准的主因之一，故亟需非附件一國家加入減量行列。因此，非附件一國家的減量責任或將成為下一階段的談判議題。對我國而言，即便減量責任的規範內容仍高具不確定性，但應非可以永久倖免，因此，未雨綢繆方為智舉。

- (四) 我國產業結構偏重能源密集產業，能源結構又以高碳燃料為主，再加上經濟持續成長，再生能源成本又高，新能源的商業化時機難料，非核家園的政策緊箍在頂，國外減量合作的參與機制受限等種種不利條件，造成我國減量成本遠高於其他國家。因此，未來的任何減量責任，都將削弱我國在國際市場的競爭力；如何規劃並研擬適當的因應對策，有效降低此一潛在衝擊，誠屬刻不容緩。
- (五) 我國在過去數十年所累積的排放量，對於全球溫室效應的貢獻度固然有限，而自我減量對舒緩溫室效應的邊際效益亦堪稱微乎其微，但目前我國排放量仍居高不下，又常被視為「新興工業國」，故從「同為地球村成員」的角度來說，適度回應減量的議題，並推動具體可行的減量措施，誠乃維護國家形象，善盡國際責任之舉，斯可避免淪為眾矢之的。

二、理性論證須有所本，以量化的科研成果為基礎

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訊息，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。爭辯的主要焦點議題可歸納如下（黃宗煌，2005）：

- (一) 從因應立場上可概分為積極派、中道派及被動派。積極派主張訂定具體的減量目標與期程，推動各種有效的手段，在最短的時間內，削減國內的溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）排放量。被動派以多數產業界為代表，咸認我國並未受減量規範，復無貿易制裁之虞等事實，主張從長計議，以國家整體利益為優先，不必打腫臉充胖子，爭做模範生。中道派則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），依循 UNFCCC 第 4 條中關於承諾的原則¹，以適當的決策準

¹ FCCC 第 4 條關於承諾的內容如下：（1）所有締約國在負擔共同但有差異責任基礎下，考量各個國家發展之優先順序、目標及社會經濟情況。（2）應採取由締約國擬訂及確定的適當辦法，例如進行衝擊影響評估，以降低減量或減緩措施對國家造成不利影響。（3）締約國應加強氣候變遷教育，提高國民認知，並鼓勵民眾與非政府組織參與。（4）締約國在履行公約承諾時，應考量經濟容易受到執行氣候政策不利影響之締約國，特別是高化石燃料依賴國家，

則，選擇並制訂應有的因應措施。

(二) 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（亦即在未來一個特定的目標年，將國家的總排放量減至某一特定基準年的排放水準）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）²。

(三) 就減量策略而言，則甚為多元，包括：

- 節約能源：例如調整個人行為、推廣綠建築、大眾運輸等。
- 提高能源效率：例如提高使用效率與發電效率。
- 能源轉換：例如提高天然氣、再生能源或核能發電配比。
- 能源價格合理化：例如開徵有助於外部成本內部化的碳稅或能源稅，取消能源價格補貼，能源事業民營化、市場自由化。
- 限制高碳產業發展
- 總量管制
- 創造市場：例如排放交易。
- 容量擴增：例如造林、碳回收與循環再利用、捕捉（包括燃燒前捕捉、燃燒後捕捉、地層貯留）等。
- 制度創新：例如排放基線建置與登錄、能源查核與登錄、推動環境會計、將碳排放納為環境影響評估的項目、政策工具整合、綠色財政改革、政府採購等。
- 簽訂自願性減量協定
- 研發並推廣潔淨能源技術：例如獎勵淨煤技術、新能源、再生能源、發展第四代核能等。
- 推動國外減量合作：例如清潔發展機制等。

(四) 就再生能源配比（包括再生能源的發電容量配比）而言，各界的看法也相當分歧。有人從善盡地球村公民的責任、或發展再生能源產業、或永續環境、或科技進步一日千里等角度，極力主張提高再生能源配比（例如再生能源的發電容量配比應達

而其改變又非常困難國家的情況。

²關於各種減量模式的意義，請參考李堅明等人（2005）。

20%)。但也有學者認為，若考慮我國的自然條件、產業結構與能源結構的高碳密集度、偏高的減量成本、潛在經濟與產業衝擊、新能源產業發展的國際競爭力、以及對民眾負擔能力與所得分配效果等角度來看，或許不容過度樂觀。

從以上幾項爭論焦點，即可看出眾人心中各有一把尺，其立論基礎或在於主觀意識，或在於客觀依據，但往往缺乏共同的資訊基礎，致使論證易流於各言其是，因而難以收斂到一個適當的解集合。如果有一個值得信賴的決策支援系統，針對各項假說 (hypothesis) 來進行評估，並提供必要的評估結果做為論證參考，當有助於共識的形成。

三、明智決策須兼顧溫室氣體減量的 3E 影響

我國因應京都議定書生效所研擬的各項減量策略與措施，對於我國的經濟衝擊到底有多大？影響管道為何？國內各界賢達紛紛從自己的專業各抒己見。樂觀者認為：現階段我國並無約束性的減量責任，京都議定書迄無任何貿易制裁手段或懲處機制，因此短期內應不致受到顯著衝擊。悲觀者則基於多種因素的考慮而揣測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，故在可預見的未來可能成為眾矢之的 (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)。

無論如何，各家論點見解分歧，但共同的現象之一是，吾人難以見到有關總體經濟或產業發展與競爭力之衝擊的數量化評估報告，致使關於潛在影響的論述，淪為「霧裡看花」或「如人飲水，冷暖自知」的層次。

無可否認的事實是，京都議定書生效對我國的影響評估確實是一項極其不易的工作，綜觀過去相關研究的結果，也常各異其趣，造成各研究之評估結果不盡相同的原因甚為多元，包括：(1) 減量期程與目標；(2) 附件一已批准國家所擬推動之因應策略、以及責任分擔 (burden sharing) 機制；(3) 東歐轉型國家從京都機制所獲享的利益如何經由競爭力的提升和貿易型態的改變而對我國造成貿易競

爭；(4) 議定書未來對我國減量的規範及我國是否可以參與京都機制的情境；(5) 我國境內的因應策略情境；(6) 未來國際情勢的變化（例如能源價格、非附件一國家的減量責任與模式等）。

總之，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，國內各界專家在面對議定書的多種不確定性，且不清楚其數量化的經濟衝擊下，實不宜倉促針對減量模式與減量目標等重大決策變數提出具體的量化建議。大家應慎重看待京都議定書生效的課題，立基於適合國情的決策準則和具有科學性的科研結果，提出構思或方案，以助國家因應策略的制訂或政策工具的選擇。

1.2 目標

根據招標書，本案第二年之具體目標如下：

- (一) 針對已建構完成之因應京都議定書國際情勢及我國國情的經濟影響評估模型，持續進行研發並進行長期的維護與更新，做為經建會擬定因應對策的支援系統工具。
- (二) 蒐集國際相關資訊及各國因應措施，適時提供各項政策與因應措施對我國整體經濟及社會影響之評估結果，並研擬因應對策建議。
- (三) 出版「碳經濟」季刊，刊登計畫重要產出成果以及國內外優秀的相關論文，以促進計畫成果與各界之學術交流。

1.3 工作項目

一、考慮適合我國國情及國際研發趨勢，建構適當的經濟影響評估模型，並進行長期的維護與更新，做為經建會擬定因應對策的支援系統工具，工作內容應包括：

- (一) 蒐集、研析國內外主要國家有關京都議定書影響評估模型，比較其利弊，並規劃、研發適合國情之 3E（經濟、能源與環境）政策評估模型。
- (二) 模型中須建立適當的理論基礎，反映我國總體經濟結構的產業結構、市場結構、能源結構、失業率、技術進步等因素的特性及其變遷趨勢。
- (三) 持續建構模型所需基本資料體系，包括：(1) 生質柴油、生質

酒精、風力、太陽光電、氫能等再生能源之成本及相關技術資料；(2) 現有發電技術之技術資料；(3) 能源供需結構及其預測；(4) 能源價格預測；(5) 產業結構；(6) 家庭戶數、人口數、人力資本、勞參率及失業率之預測；(7) 溫室氣體排放係數矩陣等。

(四) 評估模型之功能及限制，並探討與其他模型（如由下而上之工程能源模型）間之連結及整合分析。

(五) 就經建會上(94)年度京都議定書相關計畫研究成果提出彙整報告。

(六) 進行以下研究項目（惟經建會可視情況調整）：

1. 研析我國施行 CDM 機制可行性及對產業與總體經濟之影響。

2. 持續追蹤評估能源稅對產業減量，以及對總體經濟與產業（特別是能耗較大的主要產業）之影響。

3. 評估政府採取 CO₂ 排放交易制度對於產業減量影響以及其對能源稅之關聯性。

(七) 落實透明化原則，就模型的理論建構方式及資料體系，舉辦專家座談會，從理論與實務角度檢視其正確性，做為修正與維護的參考。

二、針對京都議定書之國際發展情勢，評估各項政策與因應措施對我國整體經濟之影響，並研擬因應對策。工作內容應包括：

(一) 每月提供京都議定書國際發展最新情勢，包括：蒐集與分析氣候變化綱要公約及其相關組織之最新發展方向、附件一（如美國、德國、日本、澳洲等）與非附件一國家（如韓國、中國、新加坡等）的因應策略、以及其他國家為因應京都議定書衍生之相關措施。

(二) 評估他國因應措施對我國總體經濟及產業的影響。

(三) 配合經建會需要，編列 1 人次參加 UNFCCC 締約國會議或相關之研討會。

三、編輯出版「碳經濟」季刊，刊登京都議定書國際發展最新情勢、

各國因應策略與減量措施、以及關於溫室氣體減量之經濟衝擊評估等國內外相關論文。

四、配合經建會需要，即時提供相關議題之諮詢與評估分析；另提供 1 名經經建會認可之人力（須具備英文摘譯能力），協助經建會處理相關資料整理及研析工作。

五、協調經建會各項京都議定書相關研究計畫所採用經濟數據及評估結果。

第二章 開徵能源稅之情境影響評估

2.1 前言

能源稅屬於綠色租稅，課徵綠色租稅之目的是希望達到「雙紅利」(double dividends)的效果，換言之，一方面透過綠色租稅的課徵來改善環境品質，另一方面藉此稅收抵減具有扭曲性之既存租稅，冀能增進整體社會的經濟福祉或就業。國際間早有以綠色租稅做為溫室氣體減量之政策工具的先例，其中仍以能源稅與碳稅為主，藉以落實污染者付費原則，將外部成本內部化，以反映能源使用及溫室氣體排放所造成的環境成本。以 2001 年為例，歐盟 15 國的環境稅（包括污染稅、資源稅、交通運輸稅、能源稅等）收入達 2,380 億歐元，佔總稅收的 6.5%，GDP 的 2.7%，其中能源稅之規模即高達 1,820 億歐元。

鑑於歐洲實施能源稅的成效顯著，立法委員陳明真先生率先提出「能源稅條例草案」，獲得 130 餘位立委連署，行政部門也提出對映版本，因此，開徵能源稅似乎已蔚為共識，並在 2006 年 7 月的經續會中獲得支持。經續會總結報告中特別指出：

- 一、支持立法院所提「能源稅條例」制訂方向，但是應以循序漸進方式逐年調整稅額進行，以降低對物價及經濟之衝擊，針對不同化石能源別單位熱值與含碳量，並兼顧消費用途屬性及環保節能效果等為稅額訂定原則。
- 二、採從量課徵；最終稅額應參考國際稅率水準及對我國物價、總體經濟之影響情形訂定，並每兩年視國際情勢檢討調整。
- 三、未來實施能源稅後，併同考量取消部分貨物稅課稅項目及推動稅、費制度改革。
- 四、增加稅收應優先用於提高免稅額或降低個人綜合所得稅及營利事業所得稅，以維持租稅中立，減少企業對員工社會福利之負擔，創造雙紅利效果。其次為環境能源方面之相關研究發展支出，如節約能源、再生能源、二氧化碳減量技術研究發展。再為公共建設，協助人力教育投資、產業發展及社會福利，照顧弱勢以減少失業率；將部分稅收分配地方政府，以助於地方發展。
- 五、應儘速完成能源稅條例立法程序，惟在實施前應優先讓國內能源價格反映生產成本，並取消相關化石能源使用之補貼與優惠。

目前「能源稅條例草案」已有三個草案版本，分別由立法委員陳明真、行政部門³、以及立法委員王塗發提出，其間最主要的差異在於：(1)起徵年度、(2)應稅能源產品、(3)起徵稅額（或稅率）、(4)年增稅額、(5)稅額止增年度、(6)稅收用途。

這些不同的草案版本是否會創造出雙紅利效果？對經濟的影響程度如何？從國家整體利益角度而言，究應採行何種版本較為恰當？凡此均是眾所關注的焦點。本章旨為針對三種能源稅條例版本，評估並比較其影響（包括對總體經濟及 CO₂ 排放量的影響等），以供各界參考。

本文第二節首先說明我國當前與能源產品相關之稅費；第三節比較陳明真委員及王塗發委員之能源稅版本的內容，並推估來各年可能收取到的能源稅稅收；第四節則評估並比較各版本的影響，其中包括行政院版與王委員版在「統收統支」與「規劃用途」兩種稅收運用情境下之影響。

2.2 我國能源產品相關之稅費

我國目前針對油氣類產品徵收之相關稅費共有七種，包括，貨物稅、關稅、加值型營業稅三種租稅；以及汽車燃料使用費、空氣污染防治費、土壤及地下水污染整治費、石油基金等四種規費，其主管機關、徵收方式、計徵標準以及收入用途等，均有不同，茲將各稅費之主要內容歸納整理於表 2-1。茲分述現行七種油氣類產品所徵收之稅費概況如下。

2.2.1 貨物稅

我國貨物稅為特種銷售稅，乃針對由國外進口或國內產製之貨物，包括橡膠輪胎、水泥、飲料品、平板玻璃、油氣類、電器類、車輛類等七大類貨品，課徵貨物稅。

一、課徵範圍

對油氣類貨品之課徵，乃根據「貨物稅條例」第十條規定，包括對汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油、溶劑油、液化石油氣等貨物課徵貨物稅。油氣類貨品課徵貨物稅之立法意旨，主要是希望藉課稅以達節約能源之目的。

³ 行政院版本有行政院方案一、行政院方案二、財政部版、能源局版、經濟部版，但迄今無一定案。

表 2-1. 我國能源相關稅費比較表

稅(費)名稱	法源	主管機關	徵收機關	徵收範圍	課徵方式	收入性質	稅收用途	歸屬基金
關稅	關稅法、海關進口稅則	財政部	海關	礦物燃料、礦油及其蒸餾產品之進口	從價稅	一般租稅	不指定稅收用途	無
貨物稅	貨物稅條例	財政部	國稅局(海關代徵)	汽油、柴油、煤油、燃料油、航空燃油、溶劑油、液化石油氣之產製及進口	從量稅	一般租稅	不指定稅收用途	無
營業稅	加值型及非加值型營業稅法	財政部	國稅局(海關代徵)	進口或在我國境內銷售油氣類產品以及其他能源產品	從價稅	一般租稅	不指定稅收用途	無
汽車燃料使用費	公路法、汽車燃料使用費徵收及分配辦法	交通部	公路總局、直轄市政府	各型汽車及機器腳踏車	隨車徵收,按各型汽機車之排氣量大小	規費	指定收入用途	無
空氣污染防治費	空氣污染防治法、空氣污染防治費收費辦法	環保署	環保署	固定污染源排放污染物,與移動污染源之油燃料	從量徵收	規費	指定收入用途	空氣污染防治基金
土壤及地下水污染整治費	土壤及地下水污染整治法、土壤及地下水污染整治費收費辦法、	環保署	環保署	對指定公告之化學物質,依其產生量及輸入量	從量徵收	規費	指定收入用途	土壤及地下水污染整治基金
石油基金	石油管理法、石油基金收支保管及運用辦法	經濟部	經濟部	輸入石油	從量徵收	規費	指定收入用途	石油基金

資料來源：本文整理。

二、主管機關與徵收機關

貨物稅之主管機關為財政部。因貨物稅為國稅，所以由國稅局徵收貨物稅；若為進口貨物，則委由海關代徵貨物稅。

三、納稅義務人

貨物稅於應稅貨物出廠或進口時徵收之，其納稅義務人為：

- (一) 國內產製之貨物，為產製廠商。
- (二) 委託代製之貨物，為受託之產製廠商。
- (三) 國外進口之貨物，為收貨人、提貨單或貨物持有人。

故油氣類貨品之貨物稅納稅義務人為其國內產製廠商以及進口商，再經由銷售過程，最後轉嫁給消費者或使用者負擔。

四、課徵方式

油氣類貨品之貨物稅採從量課稅，依其容量及重量計徵；只有液化石油氣依重量課徵，其餘皆按容量計徵。

五、稅率

油氣類貨品之貨物稅徵收標準如表 2-2。由表 2-2 可知，原油以及天然氣不課貨物稅；而汽油比柴油、煤油之含碳量較低，污染程度亦較低，但是汽油比柴油、煤油之單位稅額卻較高。此外，行政院得視實際情況，在應徵稅額百分之五十以內予以增減。

表 2-2. 油氣類之貨物稅徵收標準

應稅貨物	徵收標準
汽油	6,830 元/公秉
柴油	3,990 元/公秉
煤油	4,250 元/公秉
航空燃油	610 元/公秉
燃料油	110 元/公秉
溶劑油	720 元/公秉
液化石油氣	690 元/公噸

資料來源：「貨物稅條例」第 10 條。

六、收入性質

貨物稅屬於一般租稅，採統籌統支之預算原則，不指定其稅收用途。

七、油氣類貨品之歷年貨物稅收

表 2-3 為油氣類貨品貨物稅歷年收入情況，2005 年之油氣類貨物稅收為 876 億餘元。由表 2-3 可知，油氣類貨物稅收佔總貨物稅收比例超過一半以上，實為貨物稅之主要稅收來源；由圖 2-1 可以看出油氣類貨品之貨物稅收呈現逐年上升之趨勢，惟其佔比自 2003 起轉趨減少。

表 2-3. 油氣類貨品貨物稅實徵淨額及稅收比例

年度	貨物稅總稅收 (百萬元)	油氣類貨物稅實徵淨額 (百萬元)	油氣類貨物稅佔比 (%)
1991	85,823	33,444	38.97
1992	113,470	50,362	44.38
1993	136,499	57,791	42.34
1994	143,791	62,023	43.13
1995	156,757	68,769	43.87
1996	154,673	74,965	48.47
1997	146,445	73,046	49.88
1998	150,363	75,484	50.20
1999	145,497	77,711	53.41
2000*	219,425	124,181	56.59
2001	133,883	80,774	60.33
2002	143,641	86,775	60.41
2003	146,012	85,146	58.31
2004	159,644	89,695	56.18
2005	168,411	87,625	52.03

資料來源：財政部統計處。

註：2000*年度 為 1999/7/1~2000/12/31。

八、有效稅率

本文根據財政部賦稅署之油氣類貨品貨物稅實徵稅額，以及經濟部能源局統計之各項油氣貨品的自製與進口量，計算油氣類貨品之貨物稅有效稅率如表 2-4 所示。由此可見，2002 年之汽油的有效稅率最接近名目稅率(二者比例達 92.26%)，但在 2005 年卻遽降為 69.02%；燃料油在 2002 年也高達 82.73%，在 2005 年也降至 68.18%。至於航空燃油的有效稅率則甚低，其於 2002 年與名目稅率之比例僅達

10.33%，2005 年更降至 6.23%。如果有效稅率如此之低，做為一項稅基的適當性便有檢討的空間。

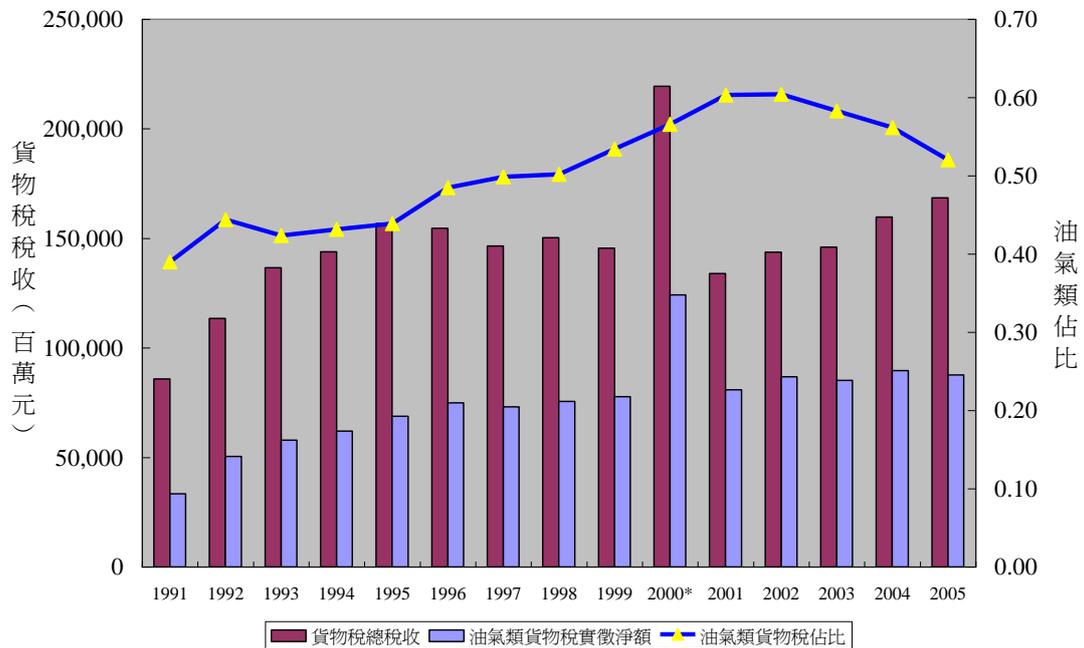


圖 2-1. 油氣類貨物稅收趨勢

九、免稅規定

表 2-4 所示之油氣類貨品貨物稅有效稅率之所以低於名目稅率的原因，主要是因為有些特殊用途之油氣類貨品免徵貨物稅。有關油氣類貨品免徵貨物稅之規定，分別於貨物稅條例第三條、第四條，以及財政部 87/06/25 台財稅第 871949727 號函、財政部 82/09/09 台財稅第 820802101 號函。茲將相關規定分述如下：

(一) 貨物稅條例第三條：

應稅貨物有下列情形之一者，免徵貨物稅：

1. 用作製造另一應稅貨物之原料者。
2. 運銷國外者。
3. 參加展覽，並不出售者。
4. 捐贈勞軍者。
5. 經國防部核定直接供軍用之貨物。

表 2-4. 油氣類貨品之貨物稅有效稅率

年度	貨品名稱	自製與進口量 (千公秉)	實徵稅額 (千元)	(A)有效稅率 (元/公秉)	(B)名目稅率 (元/公秉)	(A)/(B) (%)
2002 年	汽油	10,791.90	68,010,473.00	6,302.00	6,830	92.26
	柴油	9,908.40	15,970,985.00	1,612.00	3,990	40.40
	煤油	235.90	74,751.00	317.00	4,250	7.46
	航空燃油	3,423.50	217,290.00	63.00	610	10.33
	燃料油	14,298.30	1,298,241.00	91.00	110	82.73
	溶劑油	1,067.00	190,762.00	179.00	720	24.86
	液化石油 氣	5,242.00(千公噸)	1,012,640.00	193.18(元/公噸)	690(元/公 噸)	28
2003 年	汽油	12,698.50	66,387,846.00	5,228.00	6,830	76.54
	柴油	11,747.80	15,955,793.00	1,358.00	3,990	34.04
	煤油	393.70	70,472.00	179.00	4,250	4.21
	航空燃油	2,978.10	123,309.00	41.00	610	6.72
	燃料油	15,504.20	1,339,730.00	86.00	110	78.18
	溶劑油	1,004.50	191,989.00	191.00	720	26.53
	液化石油 氣	5531.00(千公噸)	1,056,676.00	190.05(元/公噸)	690(元/公 噸)	27.54
2004 年	汽油	15,093.20	70,203,598.00	4,651.00	6,830	68.10
	柴油	13,611.40	16,665,064.00	1,224.00	3,990	30.68
	煤油	265.50	59,636.00	225.00	4,250	5.29
	航空燃油	3,813.30	150,733.00	40.00	610	6.56
	燃料油	14,863.30	1,091,775.00	73.00	110	66.36
	溶劑油	805.80	158,391.00	197.00	720	27.36
	液化石油 氣	6877.00(千公噸)	1,357,888.00	197.45(元/公噸)	690(元/公 噸)	28.62
2005 年	汽油	15,110.00	71,232,742.00	4,714.00	6,830	69.02
	柴油	15,417.10	17,631,602.00	1,325.00	3,990	33.21
	煤油	0.00 (註)	64,257.00	NA	4,250	NA
	航空燃油	5,171.40	194,334.00	38.00	610	6.23
	燃料油	13,305.00	999,239.00	75.00	110	68.18
	溶劑油	866.90	161,025.00	186.00	720	25.83
	液化石油 氣	7101.00(千公噸)	1,222,630.00	172.18(元/公噸)	690(元/公 噸)	24.95

資料來源：財政部賦稅署、能源統計年報、能源統計手冊、自行整理。

(二) 貨物稅條例第四條：

已納或保稅記帳貨物稅之貨物，有下列情形之一者，退還原納或沖銷記帳貨物稅：

- 1.運銷國外者。
- 2.用作製造外銷物品之原料者。
- 3.滯銷退廠整理，或加工精製同品類之應稅貨物者。
- 4.因故變損，不能出售者。但數量不及計稅單位或原完稅照已遺失者，不得申請退稅。
- 5.在出廠運送或存儲中，遇火焚毀或落水沉沒及其他人力不可抵抗之災害，以致物體消滅者。

(三) 財政部 87/06/25 台財稅第 871949727 號函：

- 1.釋示函令標題：油氣類貨物稅改按出廠課稅並准扣除運儲損耗
- 2.主旨：油氣類貨物稅自本(87)年7月1日起改按出廠時課稅，出廠或進口之應稅油氣類，准按扣除運儲損耗後之數量課徵。
- 3.說明：本案主旨所稱之運儲損耗分別訂為：液化天然氣 0.27%；其他油氣 0.13%。

故油氣類貨物課徵貨物稅，可扣除運儲損耗，其扣除比例為液化天然氣 0.27%；其他油氣 0.13%。

(四) 財政部 82/09/09 台財稅第 820802101 號函：

- 1.釋示函令標題：進口純度未及 95%之油品如取得工業局證明可免稅
- 2.主旨：關於進口油品是否屬於貨物稅條例規定應稅溶劑油以及如何辦理徵免貨物稅一案，准照貴總局 81 年 4 月 14 日召開之溶劑油適用範圍會議決議之原則辦理。
- 3.說明：貴總局 81 年 4 月 14 日邀請經濟部工業局、中油公司等有關單位召開研討貨物稅條例第十條第一項第七款溶劑油適用範圍會議，該會議所作決議尚屬可行。即除以往本部已有規定部分，仍照部函規定徵免貨物稅外，其餘相關溶劑油之貨

品，其內含石油系列之某種單一化學成分純度達到 95% 以上（含 95%）之貨品，准免徵貨物稅。惟純度未及 95% 之貨品，如取得經濟部工業局證明確非供溶劑油使用者，亦准予免徵貨物稅。油品進口時，進口地關稅局如憑工業局核發之非供溶劑油使用之證明，免稅放行者，應請將進口資料通報進口商所在地國稅局追查其實際用途，以杜取巧漏稅。

故溶劑油之貨品，其內含石油系列之某種單一化學成分純度達到 95% 以上（含 95%）之貨品，准免徵貨物稅。至於純度未及 95% 之貨品，如取得經濟部工業局證明確非供溶劑油使用者，亦准予免徵貨物稅。

2.2.2 關稅

關稅是當貨物通過國境時所課徵之國境稅，目前只針對進口貨物課徵關稅。

一、課徵範圍

根據「關稅法」第 2 條，對國外進口貨物課徵進口稅，並依「關稅法」第 3 條制定「海關進口稅則」。「海關進口稅則」就是關稅之稅率表，依進口貨物之種類，共分 98 章。有關能源產品之關稅，在「海關進口稅則」之 27 章中，分為 16 小節，針對礦物燃料、礦油及其蒸餾產品（含瀝青物質、礦蠟），課徵進口關稅。

二、主管機關與徵收機關

關稅的主管機關為財政部。根據「關稅法」第 4 條規定，關稅之徵收，由海關為之。因此，海關在貨物進口時，對收貨人或提貨單持有人課徵關稅。

三、課徵方式

關稅之課徵方式有從量稅、從價稅、以及從量從價混合課徵三種。對能源類之產品乃採從價稅之方式，依貨物進口之交易價格，按一定比率課徵關稅。

四、稅率

進口稅則分三欄稅率，第一欄之稅率適用於世界貿易組織（WTO）會員，或與中華民國有互惠待遇之國家或地區之進口貨物。

第二欄之稅率適用於特定低度開發、開發中國家或地區之特定進口貨物，或與我簽署自由貿易協定之國家或地區之特定進口貨物。不得適用第一欄及第二欄稅率之進口貨物，應適用第三欄稅率。表 2-5 為進口稅則第 27 章貨品之關稅稅率。由表 2-5 可知，煤（27011100~27040010）之進口是不課關稅，原油（27090010）通常也不課稅（第一欄、第二欄稅率為 0%），汽油為 0%~15%，汽油型噴射機燃油及噴射機用煤油型燃油為 0%~15%，柴油（27101931）不課關稅，液化天然氣、天然氣、液化石油氣為 0%~7.5%。

表 2-5. 進口稅則第 27 章貨品之關稅稅率表：2006 年

稅則號別 Tariff NO.	貨名	國定稅率 (%)		
		第一欄	第二欄	第三欄
		Column I	Column II	Column III
27011100	無煙煤	0.00	0.00	0.00
27011200	煙煤	0.00	0.00	0.00
27011900	其他煤	0.00	0.00	0.0
27012000	煤磚、煤球及煤製類似固體燃料	0.00	0.00	0.00
27021000	褐煤，不論已否磨成粉狀，但未經結塊	0.00	0.00	0.00
27022000	經結塊褐煤	0.00	0.00	0.00
27030000	泥煤（包括泥煤屑），不論是否經結塊	0.00	0.00	0.00
27040010	煤、褐煤或泥煤所製之焦炭、半焦炭，不論是否經結塊	0.00	0.00	1.00
27040020	乾餾碳	1.00	0.00	1.00
27050000	煤氣、水煤氣、發生爐煤氣及類似氣體，石油氣及其他氣態碳氫化合物除外	7.50	3.00	7.50
27060000	煤、褐煤或泥煤蒸餾所得之焦油及其他礦物焦油，不論是否脫水或半蒸餾，包括再組成焦油	2.50	1.00	2.50
27071000	苯	0.00	0.00	7.50
27072000	甲苯	0.00	0.00	7.50
27073000	二甲苯	0.00	0.00	7.50
27074000	齊	0.00	0.00	7.50
27075000	其他芳香烴混合物依 ASTM D86 方法蒸餾時，於 250°C 時所得蒸餾量以容積計達 65 % 及以上（包括耗損）者	2.50	1.60	7.50
27076010	甲酚	2.50	0.00	5.00
27076020	酚	1.00	0.00	2.50
27076090	其他酚類	2.50	0.00	5.00
27079100	雜酚油	1.00	0.00	2.50
27079920	甲基齊	2.50	0.00	5.00
27079990	其他高溫蒸餾煤焦油所得之油類及其他產品；類似產品其芳香族成分之重量超過非芳	2.50	0.00	6.00

稅則號別 Tariff NO.	貨名	國定稅率(%)		
		第一欄	第二欄	第三欄
		Column I	Column II	Column III
	香族成分之重量者			
27081000	瀝青	1.00	0.00	1.00
27082000	瀝青焦	1.00	0.00	1.00
27090010	供提煉用，於 20°C 時比重在 0.83 以上，蒸餾至 150°C 時所含輕質分餾液在 3% 以上及其黏度於 20°C 時超過安氏黏度計 2 度者	0.00	0.00	2.50
27090090	其他石油原油及自瀝青質礦物提出之原油	2.50	0.00	15.00
27101110	汽油	10.00	0.00	15.00
27101191	石油腦	0.00	0.00	2.50
27101192	汽油型噴射機燃油	10.00	0.00	15.00
27101199	其他輕油及其配製品	3.50	1.80	7.50
27101911	噴射機用煤油型燃油	10.00	0.00	15.00
27101919	其他氣渦輪機或噴射機引擎用煤油型燃油	2.50	0.00	15.00
27101920	煤油	10.00	0.00	15.00
27101931	柴油，溫度在 15°C，比重超過 0.85，但不高於 0.90 之間	0.00	0.00	0.00
27101939	其他柴油	5.00	0.00	15.00
27101941	燃料油，溫度 15°C，比重超過 0.93	5.00	0.00	5.00
27101949	其他燃料油	10.00	0.00	15.00
27101951	防銹油	3.50	0.00	7.00
27101951	含石油重量比 70% 及以上之摻配油料(含多氯聯苯)	3.50	0.00	7.00
27101951	其他含石油重量比 70% 及以上之摻配油料	3.50	0.00	7.00
27101951	其他潤滑油，其含石油重量比 70% 及以上者	3.50	0.00	7.00
27101952	潤滑油膏(所含礦物油不低於 70%)	3.50	0.00	7.50
27101961	燃料油渣	2.50	0.00	5.00
27101962	變壓器油	5.00	0.00	7.50
27101963	電容器油	5.00	0.00	7.50
27101964	礦物質石油腦	0.00	0.00	0.00
27101965	白臘油	3.50	0.00	10.00
27101966	低聚合度之混烯類	0.00	0.00	5.00
27101967	半精煉石油，包括蒸餘之原油在內	5.00	3.80	15.00
27101968	淬火油	5.00	0.00	7.50
27101990	潤滑基礎油	3.50	1.80	7.50
27101990	其他第 2710 節所屬之貨品	3.50	1.80	7.50
27109110	變壓器油，含多氯聯苯、多氯聯三苯或多溴聯苯者	5.00	0.00	7.50
27109120	電容器油，含多氯聯苯、多氯聯三苯或多溴聯苯者	5.00	0.00	7.50

稅則號別 Tariff NO.	貨名	國定稅率(%)		
		第一欄	第二欄	第三欄
		Column I	Column II	Column III
27109190	其他含多氯聯苯、多氯聯三苯或多溴聯苯者	3.50	1.80	7.50
27109900	其他廢油	3.50	1.80	7.50
27111100	液化天然氣	0.00	0.00	7.50
27111200	液化丙烷	0.00	0.00	2.50
27111300	液化丁烷	0.00	0.00	2.50
27111400	液化乙烯	0.00	0.00	2.50
27111400	液化丙烯	0.00	0.00	2.50
27111400	液化丁烯	0.00	0.00	2.50
27111400	液化丁二烯	0.00	0.00	2.50
27111910	液化石油氣(混合液化丙丁烷)	0.00	0.00	7.50
27111990	其他液化碳化氫(煙)	5.00	0.00	7.50
27112100	天然氣	0.00	0.00	7.50
27112910	氣態石油氣(煉油氣)	5.00	0.00	7.50
27112990	其他氣態碳化氫(煙)	5.00	0.00	7.50
27121000	石油膠	3.40	0.00	7.50
27122000	含油重量少於0.75%之石蠟	5.00	0.00	5.00
27129010	石蠟(油蠟)	5.00	0.00	5.00
27129090	其他第2712節所屬之貨品	3.50	0.00	10.00
27131100	石油焦,未式燒	1.00	0.00	1.00
27131200	石油焦,已式燒	1.00	0.00	1.00
27132000	石油瀝青(柏油)	1.00	0.00	1.00
27139000	其他石油殘渣得自瀝青質礦物之殘渣	1.00	0.00	1.00
27141000	瀝青或油頁岩及瀝青砂	1.00	0.00	1.00
27149000	天然瀝青及天然柏油;柏油質及瀝青質岩石	1.00	0.00	1.00
27150010	天然土瀝青	1.00	0.00	1.00
27150020	焦油瀝青	1.00	0.00	2.50
27150090	其他第2715節所屬之貨品	2.50	0.00	5.00
27160000	電力	0.00	0.00	0.00

資料來源：關稅總局。

五、收入性質

關稅屬於一般租稅，採統籌統支之預算原則，不指定其稅收用途。

2.2.3 加值型營業稅

在中華民國境內銷售貨物、勞務以及進口貨物，均應繳納營業稅。我國營業稅之型態有加值型及非加值型兩種，除了某些業別適用

總額型營業稅之非加值型營業稅以外⁴，一般商品之銷售，均適用加值型營業稅。

一、課徵範圍

根據我國「加值型及非加值型營業稅法」第一條之規定，在中華民國境內銷售貨物或勞務及進口貨物，均應課徵加值型或非加值型之營業稅。因此，進口或在我國境內銷售油氣類產品以及其他能源產品（如電力），須課徵加值型營業稅。

二、主管機關與徵收機關

營業稅之主管機關為財政部。因營業稅為國稅，所以由國稅局徵收營業稅；若為進口品，則委由海關代徵。

三、課徵方式

營業稅採從價稅。在國內銷售能源產品，依「銷售額」計徵營業稅，由營業人每兩個月（即1月、3月、5月、7月、9月、11月）申報繳納營業稅；若為進口產品，則於進口時，按「進口貨物總價額」計徵，由收貨人申報繳納營業稅。

四、收入性質

營業稅屬於一般租稅，採統籌統支之預算原則，除依法提撥統一發票給獎獎金，不指定其稅收之用途。

五、稅率

加值型營業稅為一般銷售稅，對於所有加值稅應稅物品之銷售，除了適用零稅率之外，一般都適用5%的稅率。所以，進口或在國內銷售能源產品之營業稅率為5%。而適用零稅率者，主要是針對商品出口、國際運輸業、以及國際運輸用之貨物與修繕勞務等。所以，能源產品若為出口或用於國際運輸，可享有零稅率之待遇。

2.2.4 汽車燃料使用費

我國基於公路養護、修建、安全管理之需要，對汽車使用燃料，徵收「汽車燃料使用費」，但並非以燃料實際使用量為費基，而是採

⁴ 適用總額型營業稅之業別有：金融保險業、特種飲食業、小規模營業人、農產品批發市場之承銷人等。

「隨車徵收」方式，按車輛排氣量之大小，各課徵固定費額。

一、徵收範圍

依據「公路法」第二十七條制定「汽車燃料使用費徵收及分配辦法」，對行駛公路或市區道路之各型汽車，除免稅車輛外⁵，徵收汽車燃料使用費。

二、主管機關與徵收機關

汽車燃料使用費之主管機關為交通部。汽車燃料使用費之徵收機關，由交通部委任公路總局，由各區監理所之所屬監理站徵收台灣省各縣市之汽車燃料使用費；以及委託直轄市政府（目前是由直轄市政府之交通局所屬之監理處），徵收直轄市之汽車燃料使用費。

三、徵收方式

汽車燃料使用費採隨車徵收，按各型汽、機車之排氣量大小，分別徵收不同的費額。營業車於每年3月、6月、9月、12月分季徵收；自用車於每年7月一次徵收；機器腳踏車於每二年換發行車執照時，一次徵收二年。

為配合行政院推動能源稅條例，交通部建議，未來將汽燃費納入能源稅，使汽燃費從目前的隨車徵收改採隨油徵收。

四、收入性質

汽車燃料使用費乃基於汽機車使用公路，需要做道路之養護維修管理，所徵收之規費，在性質上，屬於使用規費，並指定其收入做為公路之養護、修建、安全管理之用途。

五、收入用途

依「汽車燃料使用費徵收及分配辦法」第七條規定，代徵之汽車燃料使用費，應悉數解繳國庫，備作公路之養護、修建、安全管理之用，並依市區道路條例之規定，分配於市區道路之養護。前項費收得

⁵ 下列各款車輛，免徵汽車燃料使用費：（1）戰列部隊編制裝備內之軍用汽車。（2）領有特種車行車執照並免徵使用牌照稅之消防車、救護車、憲警巡邏車、警備車、灑水車、水肥車、垃圾車及運送郵件之汽車。（3）外交使節車及享有外交待遇之外國人汽車。（4）經公路主管機關核准之市區汽車客運業及公路汽車客運業，專供大眾運輸使用之公共汽車。（5）電動汽車。（6）計程車。

表 2-6. 汽車燃料使用費徵收標準

排氣量	大客車				小客車				大客車				機器 腳踏車 (每二年)
	遊覽及出租 (每季)		自用 (每年)		營業用 (每季)		自用 (每年)		營業用 (每季)		自用 (每年)		
	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	
50 以下													600
51-125													900
126-250													1,200
251-500							2,160	1,296	788	473	2,160	1,296	1,800
501-600					1,440	864	2,880	1,728	1,050	630	2,880	1,728	2,400
601-1200					2,160	1,296	4,320	2,592	1,575	945	4,320	2,592	3,600
1201-1800					2,400	1,440	4,800	2,880	2,100	1,260	4,800	2,880	3,960
1801-2400					3,083	1,850	6,210	3,726	2,700	1,620	7,710	4,626	
2401-3000	4,725	2,835	8,400	5,040	3,600	2,160	7,200	4,320	3,150	1,890	9,900	5,940	
3001-3600	5,670	3,402	10,080	6,048			8,640	5,184	3,780	2,268	11,880	7,128	
3601-4200	6,443	3,866	11,460	6,876			9,810	5,886	4,298	2,579	13,500	8,100	
4201-4800	7,365	4,419	13,080	7,848			11,220	6,732	4,913	2,948	15,420	9,252	
4801-5400	7,988	4,793	14,190	8,514			12,180	7,308	5,325	3,195	16,740	10,044	
5401-6000	8,588	5,153	15,270	9,160			13,080	7,848	6,683	4,010	18,000	10,800	
6001-6600	10,163	6,098	16,260	9,756			13,950	8,370	7,110	4,266	19,710	11,502	
6601-7200	10,860	6,516	17,370	10,422			14,910	8,946	7,762	4,658	20,490	12,294	
7201-8000	11,453	6,872	18,330	10,998			15,720	9,432	9,165	5,499	25,530	15,318	
8001-9000	13,328	7,997	19,380	11,628					10,298	6,179	27,000	16,200	
9001-10000	14,145	8,497	20,580	12,348					11,573	6,944	28,650	17,190	
10001-11000	15,068	9,041	21,900	13,140					12,323	7,394	32,880	19,728	
11001-12000	15,750	9,450	22,920	13,752					14,318	8,591	36,810	22,086	
12001-13000	16,500	9,900	23,000	14,400					15,000	9,000	43,710	26,226	
13001-14000	17,325	10,395	25,200	15,120					18,900	11,340	54,000	32,400	
14001 以上	17,325	10,395	25,200	15,120					18,900	11,340	54,000	32,400	

資料來源：<http://motclaw.motc.gov.tw/Attachment/law/E0050>

註：營業車每季費額：汽油車=2.5元×每月耗油量×3月。柴油車=1.5元×每月耗油量×3月。

自用車每年費額：汽油車=2.5元×每月耗油量×12月。柴油車=1.5元×每月耗油量×12月。

按日計算費額時，為每季費額÷3月÷30日，尾數算至元為止，角以下免收。

提撥 2% 作為稽徵費。另根據第八條規定，汽車燃料使用費由交通部統籌分配，其屬市區道路部分應會同內政部辦理。汽車燃料使用費雖有指定其用途，但未設置獨立之基金運作，由交通部統籌分配，只有部分收入為發展公路建設及維護管理需要，納入中央及直轄市公路主管機關所設立之基金⁶。

六、費率

依「汽車燃料使用費徵收及分配辦法」第三條規定，汽車燃料使用費按各型汽車每月耗油量計算其費額，由交通部委任公路總局或委託直轄市政府及其他指定之機關分別代徵之。其費率為：汽油每公升新台幣 2.5 元，柴油每公升新台幣 1.5 元，柴油的費率比汽油低。至於耗油量，則按各型汽車之汽缸總排氣量、行駛里程及使用效率計算之。表 2-6 為各型汽車之汽車燃料使用費之徵收標準。

七、歷年收入情況

表 2-7 為汽車燃料使用費歷年徵收金額，2005 年徵收了四百多億元。

由圖 2-2 可知汽車燃料使用費之收入，呈現逐年遞增之趨勢。

表 2-7. 汽車燃料使用費歷年徵收金額

年度	實收金額 (元)
1996	27,782,165,724
1997	30,113,093,300
1998	31,364,023,670
1999	33,417,343,334
2000*	62,757,481,257
2001	37,163,077,953
2002	38,020,055,965
2003	39,545,634,449
2004	41,678,709,328
2005	42,696,558,170

資料來源：交通部路政司。

註：2000 年度為 1999/07/01~2000/12/31。

⁶ 參見「公路法」第 28 條。

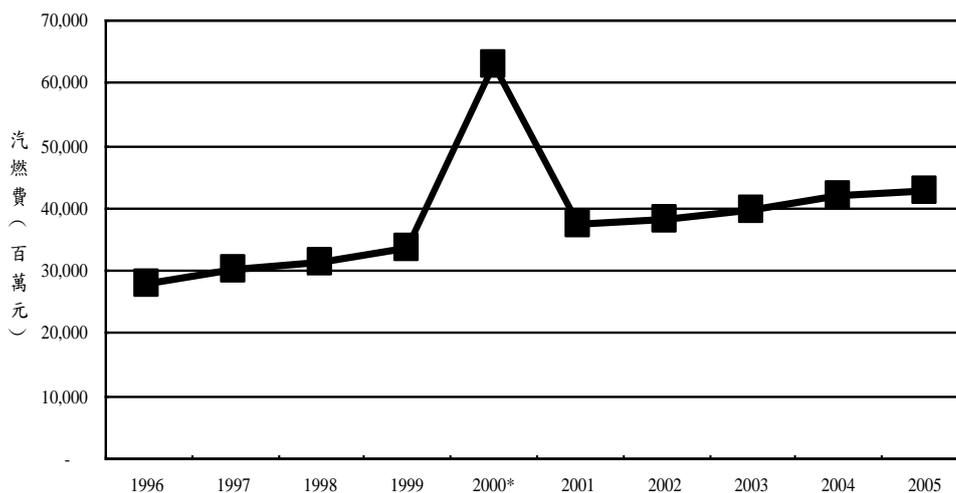


圖 2-2. 汽車燃料使用費收入趨勢

2.2.5 空氣污染防制費

為落實「污染者付費」的精神，從 1995 年 7 月起至 1999 年 6 月止，開徵第一階段空氣污染防制費（簡稱空污費），環保署統籌對工廠及車輛，依其使用的油燃料量徵收空污費⁷。自 1998 年 7 月起，對工廠改依「空氣污染物的種類及其實際排放量」，按季徵收硫氧化物及氮氧化物的空污費⁸，並成立「空氣污染防制基金」，專款專用於空氣污染防制工作。

環保署業於 2007 年 11 月 30 日發布「空氣污染防制費收費辦法」修正條文，針對空氣污染防制費申報、審查、核定及分期繳納等作業進行修訂，其中對經濟出現狀況之業者，可分期（最高可分 24 期）繳納空氣污染防制費，以減輕業者負擔。

一、徵收範圍

空污法第 16 條明訂收費對象為排放空氣污染物之固定污染源及移動污染源：

（一）固定污染源：依其排放空氣污染物之種類及數量向污染源之所有人徵收，其所有人非使用人或管理人者，向實際使用人或管理

⁷ 環保署於 1997 年 1 月 22 日公告修正「空氣污染防制費收費辦法」，將營建工地納入徵收範圍，於 1997 年 7 月 1 日起開徵。

⁸ 截至 2006 年度止，累計徵收金額高達新台幣 147 億 9,492 萬餘元，總共減少硫氧化物排放量 80,770 公噸、氮氧化物 57,672 公噸，已達到利用經濟誘因，促使業者減量目的。

人徵收；其為營建工程者，向營建業主徵收；經中央主管機關指定公告之物質，得依該物質之銷售數量向銷售者或進口者徵收。

(二) 移動污染源：依其排放空氣污染物之種類及數量，向銷售者或使用者徵收，或依油燃料之種類成分與數量，向銷售者或進口者徵收。

二、主管機關與徵收機關

空污費之主管機關為行政院環境保護署，除營建工程由直轄市、縣（市）政府徵收外，由行政院環境保護署徵收。

三、徵收方式

根據空污法第 16 條可知，空污費之費基有二：

1. 依物質之銷售數量徵收之指定公告物質空氣污染防制費、及依油燃料之種類成分與數量徵收之空氣污染防制費：應依油燃料種類、成分標準及性能標準、各銷售批次數量，按收費費率核算應徵收之費額。

銷售者或進口者應於每月十五日前，自行向指定金融機構代收專戶，繳納前月份之空氣污染防制費，並依中央主管機關規定之格式，填具空氣污染防制費申報書及檢具繳款收據，向中央主管機關申報。

2. 依排放空氣污染物之種類及數量徵收之空氣污染防制費：應依每季排放空氣污染物種類、排放量及操作紀錄，按空污法第十七條第二項所公告之收費費率自行計算申報應繳納之費額。

固定污染源之所有人、實際使用人或管理人，應於每年4月、7月、10月及次年1月底前，自行向中央主管機關指定金融機構代收專戶繳納，並依中央主管機關規定之格式，填具空氣污染防制費申報書及檢具繳款收據，以書面或網路傳輸方式，向中央主管機關申報。

四、收入性質

空氣污染防制費乃是對排放污染物所徵收之污染費，屬於規費的性質，為「空氣污染防制基金」之收入來源，並指定用途。

五、收入用途

空氣污染防治費除營建工程由直轄市、縣(市)主管機關徵收外，由中央主管機關徵收。中央主管機關由固定污染源所收款項應以百分之六十比例將其撥交該固定污染源所在直轄市、縣(市)政府運用於空氣污染防治工作；但直轄市、縣(市)政府執行空氣品質維護或改善計畫成果不佳經中央主管機關認定者或未依空污法第18條規定使用者，中央主管機關得酌減撥交之款項。

空氣污染防治費收入為「空氣污染防治基金」之主要收入來源。根據「空氣污染防治基金收支保管及運用辦法」第五條規定，基金之用途，應用於以下事項：

- 關於主管機關執行空氣污染防治工作事項。
- 關於空氣污染源查緝及執行成效之稽核事項。
- 關於補助及獎勵各項污染源辦理空氣污染改善工作事項。
- 關於委託或補助檢驗測定機構辦理汽車排放空氣污染物檢驗事項。
- 關於委託或補助專業機構辦理固定污染源之檢測、輔導及評鑑事項。
- 關於空氣污染防治技術之研發及策略之研訂事項。
- 關於涉及空氣污染之國際環保工作事項。
- 關於空氣品質監測及執行成效之稽核事項。
- 關於徵收空氣污染防治費之相關費用事項。
- 執行空氣污染防治相關工作所需人力之聘僱事項。
- 關於空氣污染之健康風險評估事項。
- 關於潔淨能源使用推廣及研發之獎勵事項。
- 其他有關空氣污染防治工作事項。

六、費率

環保署於2002年7月22日公告空污費費率分以下兩類：

- (一) 依油(燃)料之種類成分與數量或指定公告物質之銷售數量徵收之空氣污染防治費之費率(見表2-8)。

為配合管制標準加嚴，環保署重新訂定移動污染源空污費收費費率，將汽、柴油分級收費，並預計2007年1月1日起實施(見表2-9)，除鼓勵業者生產符合管制標準之油品，並以經濟誘因鼓勵業者生產符合國際潮流規範低硫油品，供應國內消費者使用，以減少車輛污染排放。此外，另增訂生質柴油及酒精汽油免徵收空污費之條文。

表 2-8. 油（燃）料空污費費率

油（燃）料種類	費率
無鉛汽油	第一級 0 元/公升 第二級 0.1 元/公升 第三級 0.3 元/公升
高級柴油	第一級 0.1 元/公升 第二級 0.2 元/公升
石油焦	1000 元/公噸

資料來源：環保署 2002 年 7 月 22 日公告。

表 2-9. 油（燃）料空污費費率：2007 年 1 月 1 日起

油(燃)料種類	費率	各級油(燃)料標準限值				備註
		成分標準項目	限值			
			第一級	第二級	第三級	
無鉛汽油	第一級 0.03 元/公升	苯含量 (vol%,max)	1.0	1.0	1.0	1.採樣及檢驗,應採用中央主管機關公告之方法、中國國家標準(CNS)或美國材料試驗協會(ASTM)認定之方法,遇有爭議時以中央主管機關公告之方法為準。 2.酒精汽油及生質柴油等再生能源,按其所含油類容量之比例及應繳交費率計算其所需繳交空污費額度。
		硫含量 (ppmw,max)	10	30	50	
	第二級 0.075 元/公升	雷氏蒸氣壓 (psi,max)	8.7	8.7	8.7	
		氧含量 (wt%,max)	2.7	2.7	2.7	
	第三級 0.19 元/公升	芳香烴含量 (vol%,max)	36	36	36	
		烯烴含量 (vol%,max)	18	18	18	
高級柴油	第一級 0.03 元/公升	硫含量 (ppmw,max)	10	30	50	
	第二級 0.075 元/公升					
	第三級 0.20 元/公升					
石油焦	1000 元/公噸				石油焦以乾基硫含量重量百分比百分之七・〇及總含水量重量百分比五・〇為基準。	

資料來源：環保署於 2007 年 1 月 1 日起實施。

(二)依固定污染源排放空氣污染物之種類及排放量徵收空氣污染防治費之費率(見表 2-10)。自 2007 年月 1 日起之新費率則如表 2-11 所示。

表 2-10. 硫氧化物與氮氧化物空污費費率

污 染 物 種 類	費 率		適 用 資 格
	二級防制區	一、三級防制區	
硫 氧 化 物	10 元/公斤	12 元/公斤	排放硫氧化物之固定污染源。
	7.5 元/公斤	9 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少硫氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 20%或百萬分之 100 以下者。
	5 元/公斤	6 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少硫氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 10%或百萬分之 80 以下者。
	2.5 元/公斤	3 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少硫氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 5%或百萬分之 50 以下者。
	0 元/公斤	0 元/公斤	使用天然氣或其他經中央主管機關認可之低污染氣體燃料者。
氮 氧 化 物	12 元/公斤	15 元/公斤	排放氮氧化物之固定污染源。
	6 元/公斤	7.5 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少氮氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 75%以下者。
	3 元/公斤	4.5 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少氮氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 50%以下者。
	1.5 元/公斤	3 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少氮氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 30%以下者。
	0.75 元/公斤	1.5 元/公斤	裝設置控制設備或製程改善及其製程能有效減少氮氧化物排放，且經含氧百分率參考基準校正之月平均排放濃度低於標準值 10%以下者。
	0 元/公斤	0 元/公斤	使用天然氣或高級柴油或其他經中央主管機關認可之低污染氣體燃料者。

資料來源：行政院環保署 93 年 4 月 29 日公告。

註：一級防制區，指國家公園及自然保護(育)區等依法劃定之區域。

二級防制區，指一級防制區外，符合空氣品質標準區域。

三級防制區，指一級防制區外，未符合空氣品質標準區域。

表 2-11. 空污費新費率：2007 年 1 月 1 日起

(一) 硫氧化物、氮氧化物費率及計費方式如下：

污 染 物 種 類	費 率		適 用 資 格	備 註
	二級防制區	一、三級防制區		
硫氧化物	7 元/公斤	8.5 元/公斤	第一級： 季 排 放 量 超 過十四公噸	1. 硫氧化物、氮氧化物收費費額=【(第一級排放量×第一級費率)+(第二級排放量×第二級費率)+第三級費額】×全廠優惠係數(D)。 2. 使用天然氣或其他經中央主管機關認可之低污染性氣體燃料者，適用零費率。 3. 低污染性氣體燃料係指符合下列二項條件之氣體燃料： (1) 含四個碳原子以下之碳氫化合物佔總氣體體積百分比百分之九十五以上者。 (2) 每千立方公尺(攝氏十五·五六度，一大氣壓下)熱值為六、六三五、〇〇〇仟卡以上且含硫量在百萬分之五百以下者。 4. 氮氧化物之排放標準值，以公日施行之標準為準。
	5 元/公斤	6 元/公斤	第二級： 季 排 放 量 超 過一公噸，小 於十四公噸	
	450 元/季	450 元/季	第三級： 季 排 放 量 小 於一公噸	
氮氧化物	8 元/公斤	10 元/公斤	第一級： 季 排 放 量 超 過二十四公 噸	1. 硫氧化物、氮氧化物收費費額=【(第一級排放量×第一級費率)+(第二級排放量×第二級費率)+第三級費額】×全廠優惠係數(D)。 2. 使用天然氣或其他經中央主管機關認可之低污染性氣體燃料者，適用零費率。 3. 低污染性氣體燃料係指符合下列二項條件之氣體燃料： (1) 含四個碳原子以下之碳氫化合物佔總氣體體積百分比百分之九十五以上者。 (2) 每千立方公尺(攝氏十五·五六度，一大氣壓下)熱值為六、六三五、〇〇〇仟卡以上且含硫量在百萬分之五百以下者。 4. 氮氧化物之排放標準值，以公日施行之標準為準。
	6 元/公斤	7.5 元/公斤	第二級： 季 排 放 量 超 過一公噸，小 於二十四公 噸	
	450 元/季	450 元/季	第三級： 季 排 放 量 小 於一公噸	

優惠係數級距比例之適用條件及計算方法如下：

分級比例(A)	優惠係數(A')	備註
≥ 95%	40%	1. 分級比例(A)= $\frac{\text{符合適用條件之排放量}}{\text{全廠排放量(B)}}$ 2. 若分級比例(A) ≥ 30% ，且煙道濃度低於 50ppm 者：，則該煙道排放量以百分九十計量。 全廠優惠係數(D)=[(C1/B)×90% + (C2/B)]×A' A': 優惠係數 B: 全廠排放量 C1: 符合適用條件之排放量且濃度 ≤ 50ppm C2=B-C1
≥ 75%	50%	
≥ 50%	65%	
≥ 30%	80%	

適用條件：

1. 硫氧化物：裝設置控制設備或製程改善能有效減少硫氧化物排放，且排放濃度低於 100ppm 以下者。
2. 氮氧化物：裝設置控制設備或製程改善能有效減少氮氧化物排放，且排放濃度較公告日施行適用之氮氧化物排放標準值低 50% 或 100ppm 以下者。
3. 控制設備或製程改善之認定得優先採用「固定污染源最佳可行控制技術」。

(二)自九十六年一月一日起至九十八年十二月三十一日止，揮發性有機物費率及計算方式如下：

污染物種類	費率	適用資格	備註
揮發性有機物	20 元/公斤	排放揮發性有機物之固定污染源。	1. 起徵量：每季一公噸。 2. 揮發性有機物收費費額=(排放量-起徵量)×費率。

(三)自九十九年一月一日起，揮發性有機物費率及計算方式如下：

揮發性有機物總收費費額 = 揮發性有機物收費費額+個別物種收費費額

污染物種類	費率		適用資格	備註
	二級防制區	一、三級防制區		
揮發性有機物	25 元/公斤	30 元/公斤	第一級： 季排放量扣除起徵量後，排放量超過四九公噸	1. 起徵量：每季一公噸。 2. 揮發性有機物收費費額=【(第一級排放量×第一級費率)+(第二級排放量×第二級費率)+(第三級排放量×第三級費率)】×優惠係數。
	20 元/公斤	25 元/公斤	第二級： 季排放量扣除起徵量後，排放量超過六·五公噸，小於四九公噸	
	15 元/公斤	20 元/公斤	第三級： 季排放量扣除起徵量後，排放量小於六·五公噸	
甲苯、二甲苯	5 元/公斤		排放揮發性有機物中含個別物種者，加計本項揮發性有機物中指定個別物種空氣污染防制費	個別物種收費費額=個別物種排放量×費率
苯、乙苯、苯乙烯、二氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、三氯甲烷(氯仿)、1,1,1-三氯乙烷、四氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯	30 元/公斤			

優惠係數級距比例之適用條件及計算方法

分級比例(A)	優惠係數(A')	備註
≥95%	40%	分級比例(A)= $\frac{\text{符合適用條件之揮發性有機物排放量}}{\text{全廠揮發性有機物排放量}}$
≥75%	50%	
≥50%	65%	
≥30%	80%	
適用條件：有效收集至控制設備或製程改善及其製程能有效減少揮發性有機物排放，且排放削減率大於或等於百分之九五者。		

七、歷年收入情況

表 2-12 為歷年空氣污染防制費收入之金額、以及空氣污染防制基金收支決算數，由 1996 年度所徵收之金額為 61 億多元，到 2005 年度不到 19 億元，圖 2-3 亦可看出空氣污染防制費收入呈現逐年遞減的趨勢，箇中原因值得深入檢討，究係肇因於費率調降，或優惠費率及退費過於浮濫，或排放量減少（空氣品質改善）、或排放量申報不實，或因繳費業者家數或規模銳減，或純粹因為費基改變（如改油品使用量為排放量）？

表 2-12. 空氣污染防制費收入決算數

單位：新台幣元

年度	空氣污染防制費收入	基金收入	基金支出
1996	6,139,700,529	6,143,622,908	4,161,454,051
1997	4,404,249,318	4,413,540,373	3,981,099,947
1998	4,600,987,630	4,662,295,277	4,079,961,334
1999	2,239,387,210	2,302,614,522	3,137,286,341
2000*	4,336,414,265	4,457,698,349	4,980,254,249
2001	2,691,396,971	2,793,388,496	3,292,142,286
2002	2,336,573,674	2,414,748,227	2,339,345,066
2003	2,284,859,753	2,342,172,214	1,950,092,554
2004	2,075,889,578	2,116,468,816	1,881,548,394
2005	1,885,973,322	1,913,013,401	1,945,303,757

資料來源：行政院環保署。

註：2000 年度為 1999/7/1 至 2000/12/31。

空氣污染物的排放量（包括 VOC）均與能源使用量有關，在空污費收入逐年遞減的過程中，卻要另行闢徵能源稅，不免有政策相互

矛盾的聯想。雖說此二稅費各有其司而未必要合而為一，但在費率的訂定上，則需通盤考慮彼此之政策目標、以及能源稅與空污費對於空氣污染物及 CO₂ 之減量效果的關聯性，進行適當的政策整合（policy integration），始能讓各政策工具充分發揮應有的效率。

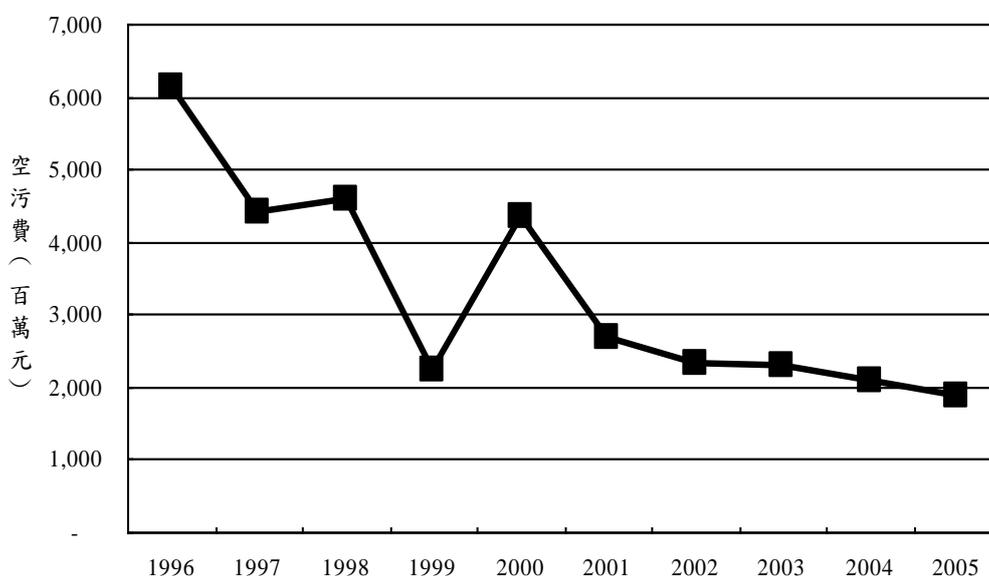


圖 2-3. 歷年空氣污染防制費收入

2.2.6 土壤及地下水污染整治費

環保署為整治土壤、地下水污染，得對指定公告之化學物質，依其產生量及輸入量，向製造者及輸入者徵收土壤及地下水污染整治費，於 2001 年 11 月開徵。其公告之六大類化學物質⁹中，其中與石油產品相關之第一類石油系有機物，共有 51 種，分別依不同的徵收標準徵收之。

一、徵收範圍

依「土壤及地下水污染整治法」第二十二條第三項規定，訂定「土壤及地下水污染整治費收費辦法」，對指定公告之化學物質，依其產生量及輸入量，向製造者及輸入者徵收土壤及地下水污染整治費，並成立「土壤及地下水污染整治基金」。

二、主管機關與徵收機關

⁹ 環保署公告之六大類化學物質，包括：石油系有機物、氯碳氫化合物、非石油系有機化合物、農藥類、重金屬及重金屬化合物、氰化鈉及氰化鉀。

行政院環境保護署為土壤及地下水污染整治費之主管機關。依「土壤及地下水污染整治法」第二十二條之規定，由行政院環保署向指定公告之化學物質之製造者及輸入者，徵收土壤及地下水污染整治費。

三、徵收方式

土壤及地下水污染整治費採從量徵收之方式。由環保署指定公告應徵收土壤及地下水污染整治費化學物質之製造者及輸入者，繳費人應於每年一月、四月、七月及十月之月底前，自行向指定金融機構代收專戶繳納前季整治費。

四、收入性質

土壤及地下水污染整治費乃是中央主管機關為整治土壤、地下水污染，對指定公告之化學物質，依其產生量及輸入量，向製造者及輸入者所徵收之污染費，屬於規費的性質。並以所徵得之收入作為「土壤及地下水污染整治基金」之收入來源，指定其收入用途。

五、收入用途

土壤及地下水污染整治費所徵得之收入，依「土壤及地下水污染整治法」第二十二條之規定成立「土壤及地下水污染整治基金」。基金用途如下：

- (一) 各級主管機關依「土壤及地下水污染整治法」第 12 條、第 13 條、第 16 條、第 17 條、第 21 條規定支出之費用。
- (二) 基金涉訟之必要費用。
- (三) 基金人事及行政管理費用。
- (四) 其他經中央主管機關核准有關土壤或地下水污染整治之費用。

六、費率

表 2-13 為石油系有機物，應徵收土壤及地下水污染整治費之化學物質，徵收種類與收費費率表。

表 2-13. 石油系有機物應徵收土壤及地下水污染整治費之費率

編號	化學物質徵收種類	化學物質徵收種類之 英文名稱	收費費率 (元/公噸)
011001	原油	crude oil	0
011002	汽油	gasoline	22
011003	柴油	diesel fuel (diesel oil)	22
011004	燃料油	fuel oil	12
011005	潤滑油／脂／膏（用途類 別及產品名稱如附表）	lubricants	12
011006	石蠟	paraffin wax	12
011007	有機溶劑	organic solvents	12
011008	乙烯	ethylene	12
011009	丙烯	propylene	12
011010	丁二烯	butadiene	12
011011	苯乙烯	styrene	18
011012	苯	benzene (benzol)	31
011013	甲苯	toluene	36
011014	丙基甲苯	propyl toluene	16
011015	二甲苯	xylene	24
011016	三甲苯	trimethylbenzene	12
011017	乙苯	ethylbenzene	30
011018	丙苯	propylbenzene	12
011019	丁苯	butylbenzene	12
011020	三級丁苯	tert-butylbenzene	13
011021	丁烷	butane	12
011022	正烷屬烴（含碳數為 5~16）	paraffin	12
011023	環丙烷	cyclopropane	12
011024	丙酮	acetone	13
011025	己酮	hexanone	12
011026	甲基異丁基酮	methyl isobutyl ketone	12
011027	丁酮	butanone (ethyl methyl ketone)	12
011028	乙二醇	ethylene glycol	12
011029	丁醇	butanol	12
011030	酚	phenol	18
011031	甲酚	cresol	12
011032	二甲苯酚	xylenol	19
011033	乙醛	acetaldehyde	12
011034	丙烯醛	acrolein (acrylic aldehyde)	20
011035	丙烯醯胺	acrylamide (acrylic amide)	12
011036	甲基第三丁基醚	methyl tertiary butyl ether	14
011037	甲醛	formaldehyde	19
011038	含苯、甲苯、乙苯或二甲 苯等兩種以上之混合芳香 烴	mixture of benzene、 toluene、ethylbenzene or xylene	12
011039	丙烯腈	acrylonitrile	12
011040	丙烯酸	acrylic acid	12

編號	化學物質徵收種類	化學物質徵收種類之 英文名稱	收費費率 (元/公噸)
011041	甲基丙烯酸甲酯	methyl methacrylate	12
011042	鄰苯二甲酸二甲酯	dimethylphthalate	12
011043	鄰苯二甲酸二乙酯	diethyl phthalate	12
011044	鄰苯二甲酸二辛酯	dioctyl phthalate	13
011045	鄰苯二甲酸二丁酯	dibutyl phthalate	12
011046	鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯	butyl benzyl phthalate	20
011047	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	di-(2-ethylhexyl) phthalate	19
011048	乙酸乙酯(醋酸乙酯)	ethyl acetate	12
011049	乙酸丁酯	butyl acetate	12
011050	丙烯酸酯及其同系物	acrylate (acrylic ester)	12
011051	1,4-二氧陸園	1,4-dioxane	12

資料來源：行政院環保署。

七、歷年收入情況

土壤及地下水污染整治費自 2001 年 11 月開始徵收，2005 年度約為 7 億 5 千多萬元，表 2-14 為歷年徵收之金額及其基金收支的情形。

表 2-14. 土壤及地下水污染整治費決算數

單位：新台幣元

年度	土壤及地下水污染整治費	基金收入	基金支出
2001*	200,000,000	200,252,171	3,452,454
2002	687,101,988	692,818,651	186,168,075
2003	796,621,981	812,899,580	130,175,008
2004	759,403,363	778,114,867	276,156,710
2005	756,893,633	785,175,303	316,488,106

資料來源：行政院環保署。

註：2001 年 2001/11/1~2001/12/31。

2.2.7 石油基金

為穩定石油供應及維護油品市場秩序，依「石油管理法」第 34 條第一項規定，成立石油基金，中央主管機關得就探採或輸入石油徵收石油基金，目前僅對輸入石油徵收。若煉製業輸入石油供作製造石化原料進料、輸出石油、供國際航線船舶、航空器作為燃料等，則可申請退費。

一、徵收範圍

「石油管理法」第 34 條規定，中央主管機關對探採或輸入石油、製造石化原料工業副產之石油製品售與石油煉製業，得收取一定比率之金額，成立石油基金。惟目前只針對輸入石油，徵收石油基金。

二、主管機關與徵收機關

石油基金之主管機關為經濟部。石油基金由經濟部能源局負責執行徵收業務，並辦理收退費相關事宜。

三、徵收方式

石油基金採從量徵收的方式。其收取金額，由經濟部能源局依石油輸入平均價格調整並公告之。

四、收入性質

依「石油管理法」第三十五條第一項第一款之規定，申請輸入石油者，應先向中央主管機關繳納石油基金後輸入，故石油基金應屬於特許規費之性質。且該基金收入依「石油基金收支保管及運用辦法」限定其用途。

五、收入用途

依「石油管理法」第三十六條以及「石油基金收支保管及運用辦法」第五條規定，石油基金之用途如下：

- (一) 政府安全儲油。
- (二) 山地鄉及離島地區石油設施、運輸費用之補助及差價之補貼。
- (三) 獎勵石油及天然氣之探勘開發。
- (四) 能源政策、石油開發技術及替代能源之研究發展。
- (五) 其他經主管機關認為穩定石油供應及維護油品市場秩序之必要措施。
- (六) 管理及總務支出。

(七) 其他有關支出。

六、費率

表 2-15 為輸入石油之石油基金徵收標準，大多是依容量收取，只有液化石油氣是按重量收取。

表 2-15. 輸入石油之石油基金收取金額

石油類別	貨品號列	貨名	石油基金收取金額
輕油	2710.11.91.00-4	石油腦	311 (元/公秉)
	2710.19.64.00-9	礦物質石油腦	
	2710.11.99.00-6	其他輕油及其配製品	
原油	2709.00.10.00-8	供提煉用，於 20°C 時比重在 0.83 以上，蒸餾至 150°C 時所含輕質分餾液在 3% 以上及其黏度於 20°C 時超過安氏黏度計 2 度者	279 (元/公秉)
	2709.00.90.00-1	其他石油原油及自瀝青質礦物提出之原油	
汽油	2710.11.10.00-2	汽油(包括天然汽油)	382 (元/公秉)
	2710.19.67.00-6	半精煉石油，包括蒸餘之原油在內	
航空燃油	2710.11.92.00-3	汽油型噴射機燃油	338 (元/公秉)
	2710.19.11.00-3	噴射機用煤油型燃油	
煤油	2710.19.20.00-2	煤油	338 (元/公秉)
	2710.19.19.00-5	其他氣渦輪機或噴射機引擎用燃油	
柴油	2710.19.31.00-9	柴油，溫度在 15°C，比重超過 0.85，但不高於 0.90 之間	300 (元/公秉)
	2710.19.39.00-1	其他柴油	
燃料油	2710.19.41.00-7	燃料油，溫度 15°C，比重超過 0.93	286 (元/公秉)
	2710.19.49.00-9	其他燃料油	
液化石油氣	2711.12.00.00-2	液化丙烷	427 (元/公噸)
	2711.13.00.00-1	液化丁烷	
	2711.19.10.00-3	液化石油氣(混合液化丙丁烷)	
	2711.29.10.00-1	氣態石油氣(煉油氣)	
	2901.10.20.00-0	丁烷	
	3606.10.00.00-0	液體或液化氣體燃料儲存於容量不超過 300CM ³ 之容器中，供灌注或再灌注香煙用或類似之打火機用	

資料來源：經濟部能源局，2005 年 12 月 29 日經授能字第 09420084620 號公告修正，本公告自 2006 年 1 月 1 日起生效。

七、歷年收入情況

石油基金歷年收取之金額，2005 年度之收入已突破 100 億元(見

表 2-16)。

表 2-16. 石油基金歷年收取金額
單位：新台幣元

年度	石油基金收取金額
2002	9,917,371,632
2003	9,252,459,362
2004	9,781,870,729
2005	10,169,152,923

資料來源：經濟部能源局。

2.3 「能源稅條例草案」各版本比較

立法院陳明真委員與王塗發委員針對能源課稅，分別提出不同版本之「能源稅條例草案」，期以能源稅取代目前油氣類貨品之貨物稅與汽車燃料使用費。行政部門亦提出對應版本。本節將說明各版本的主要內容，並加以比較。

2.3.1 陳明真委員版

為了節約能源、穩定能源供應、開發替代能源及建構永續發展之社會、降低二氧化碳之排放量，立法院陳明真委員等人提出對能源課徵能源稅，以取代現行油氣類貨品之貨物稅與汽車燃料使用費。規劃於 2007 年開徵能源稅¹⁰，停徵油氣類貨品之貨物稅以及汽車燃料使用費，並以逐年調增單位稅額（率）之方式，調整至 2015 年為止，共計 9 年，2015 年後稅額（率）不再增加。其課稅內容大致與現行貨物稅相似，惟增加了煤炭與天然氣之課徵，茲將其草案重點分述如下：

一、課稅範圍

該能源稅條例草案對能源課稅之項目包括：汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油、溶劑油、天然氣、液化石油氣、煤炭等 9 種。此與現行貨物稅所課徵之項目相比，多了天然氣與煤炭兩項。該 9 種應稅能源，不論在國內產製或自國外進口，均應徵收能源稅。但若是用作工業原料，則可全部或部分退稅，其辦法由財政部訂之。

二、課徵方式

¹⁰ 陳委員版的起徵年仍具有改變的空間，但迄未明確。故進行評估時，為便於比較，乃選定一個與其他版本一致的起徵年度。

能源稅採從量稅與從價稅兩種方式，其中汽油、柴油、煤油、航空燃油、液化石油氣依容量課稅，溶劑油依重量課稅；至於燃料油、天然氣與煤炭則採從價稅。¹¹

三、稅率

為了避免能源稅對物價及產業發展之衝擊，各項能源之課徵稅額，以原來貨物稅之稅額為基礎，採逐年調增之方式計徵。汽油、柴油自 2007 年開始，至 2015 年為止，共計 9 年，2015 年以後稅率維持不變；其他產品，在 2007 年、2008 年仍維持舊制（貨物稅以及汽車燃料使用費繼續徵收），自民國 2009 年開始課徵能源稅，至 2015 年為止，共計 7 年，2015 年後稅率維持不變（見表 2-17）。幾經討論後，陳委員於最近就稅率及開徵時程再度提出新版本（見表 2-18）：自 2008 年 1 月 1 日起徵，惟各能源產品之能源稅稅率與現行貨物稅稅率相同，但自當年 7 月 1 日起開始調升稅率（調幅則因產品不同而異），直至 2017 年（之後便不再繼續調升稅率）。新舊版本之差異如表 2-19 所示。

表 2-17. 陳委員舊版之能源稅稅額（率）：2007~2015

單位：元/公升，%

能源產品	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
汽油	9.5	9.5	11.5	13.5	15.5	18.5	21.5	24.5	27.5
柴油	5.5	5.5	7.5	9.5	11.5	14.5	17.5	20.5	23.5
煤油	0	0	4	5	6	7	8	9	10
航空燃油	0	0	2	4	6	9	12	15	18
溶劑油 (元/公斤)	0	0	2	4	6	9	12	15	18
液化石油氣	0	0	1.6	3.2	4.8	7.3	9.8	12.3	14.8
燃料油	0%	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
煤炭	0%	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
天然氣	0%	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%

資料來源：立法院議案關係文書 95/05/10，院總第 1798 號，委員提案第 6919 號。

¹¹ 據悉，陳委員業已同意將所有從價稅改為從量稅，稅率及起徵年亦將隨之調整。

表 2-18. 陳委員之新版能源稅單位稅額

能源產品	單位	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
		1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1	1/1	7/1
汽油	元/公升	6.83	7.83	7.83	8.83	9.83	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21.5	23	24.5	26	27.5
柴油	元/公升	3.99	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17.5	19	20.5	22	23.5	25
煤油	元/公升	4.25	4.25	4.25	4.25	5.25	5.25	6.25	6.25	7.25	8.25	9.25	10.25	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.25
航空燃油	元/公升	0.61	0.61	0.61	0.61	1.61	2.61	3.61	4.61	5.61	6.61	7.61	8.61	9.61	10.61	11.61	12.61	13.61	14.61	15.61	16.61
溶劑油	元/公升	0.72	0.72	0.72	0.72	1.72	2.72	3.72	4.72	5.72	6.72	8	9.5	11	12.5	14	15.5	17	18.5	20	20
液化石油氣	元/公斤	0.69	0.69	0.69	1	2	3	4	5	6	7	8.25	9.5	10.75	12	13.25	14.5	15.75	17	18.25	18.25
燃料油	元/公升	0.11	0.11	0.11	0.11	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4
煤炭	元/公斤	0	0	0	0	0.08	0.15	0.23	0.3	0.38	0.45	0.53	0.6	0.68	0.75	0.83	0.9	0.98	1.05	1.13	1.2
天然氣	元/m ³	0	0	0	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4

資料來源：本研究整理。

表 2-19. 陳委員新、舊版之內容比較

對照項目	陳明真委員舊版	陳明真委員新版
課稅時程	民國 96-104 年 共 9 年	民國 97-106 年 共 10 年
調整頻率	每一年調整一次 (共 9 期)	每半年調整一次 (共 20 期)
課稅方式	從量、從價	從量
汽燃費整併方式	取消汽燃費 一開始就併入能源稅	取消汽燃費 第 2 期開始逐期併入 汽油於第 5 期完全併入 柴油於第 4 期完全併入
其他油氣課稅方式 (煤油、航空燃油、溶劑 油、液化石油氣、燃料 油、煤炭、天然氣)	前兩年不課稅	前兩年參與課稅
調整幅度	較小	較大

一、機動調整稅額

為因應國內或國際經濟之特殊情況，以及國際能源價格之變化，穩定能源價格，授權行政院於必要時，得於應徵稅額之 35% 範圍內機動調整。

二、稅收用途

陳委員版本之能源稅條例草案所規劃之能源稅收，與現行貨物稅相同，屬於一般租稅收入的性質，應悉數解繳國庫，採統籌統支之預算原則，不指定其稅收之用途。

2.3.2 王塗發委員版

王塗發委員所提「能源稅條例草案」，旨為鼓勵節約能源、提升能源使用效率，開發替代能源及建構永續發展的社會，並達成溫室氣體減量目標。該草案規劃於 2008 年開徵能源稅，並停徵油氣類貨品之貨物稅以及汽車燃料使用費。其課稅內容大致與現行貨物稅相似，惟增加了煤炭與天然氣之課徵，茲將其草案重點分述如下：

一、課稅範圍

王委員版本之能源稅稅基與陳委員版相同，包括：汽油、柴油、

煤油、航空燃油、燃料油、溶劑油、天然氣、液化石油氣、煤炭等 9 種；比現行貨物稅所課徵的項目多出天然氣與煤炭兩項。該 9 種應稅能源，不論在國內產製或自國外進口，均應徵收能源稅。但用作製造另一應稅能源之原料以及運銷國外者，免徵能源稅。

至於酒精汽油、生質柴油及其他再生能源，以上述各款油類為摻配原料者，應按其所含油類容量之比例及應徵稅額計算課徵能源稅。

二、課徵方式

王委員版本之能源稅一律採從量稅，分別按容量、重量與體積計徵稅額。其中汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油、溶劑油按其容量課徵；液化石油氣、煤炭依重量課徵；天然氣則按體積計徵。

三、稅率

該能源稅條例草案之應徵稅額制定原則，主要以能源含碳量及能源使用效率（以能源熱值為參數）為計算基礎，並輔以不同權重比例，制定課徵標準。各款油類摻合變造供不同用途之油品，一律按其所含主要油類之應徵稅額課徵。

為了避免能源稅對物價及產業發展之衝擊，各項能源產品之課徵稅額，以原來貨物稅之稅額為基礎，採逐年調增之方式。汽油、柴油自 2008 年開始，至 2015 年為止，共計 8 年，2015 年後稅率維持不變。表 2-20 為 2008~2015 年能源稅條例草案之稅率表。

表 2-20. 王委員版之能源稅單位稅額：2008~2015 年

能源名稱	單位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
汽油	元/公升	11.75	14	16.25	18.5	20.75	23	25.25	27.50
柴油	元/公升	7.75	10	12.25	14.5	16.75	19	21.25	23.50
煤油	元/公升	6.28	8.24	10.2	12.16	14.12	16.08	18.04	20.00
航空燃油	元/公升	2.81	4.98	7.15	9.32	11.49	13.66	15.83	18.00
溶劑油	元/公升	3.13	5.54	7.95	10.36	12.77	15.18	17.59	20.00
液化石油氣	元/公斤	2.45	4.2	5.95	7.7	9.45	11.2	12.95	14.70
燃料油	元/公升	0.91	1.68	2.45	3.22	3.99	4.76	5.53	6.30
煤炭	元/公斤	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9	1.05	1.20
天然氣	m ³	1	1.8	2.6	3.4	4.2	5	5.8	6.60

資料來源：王塗發委員提案。

四、機動調整稅額

為因應國內或國際經濟之特殊情況及原油、天然氣、煤炭價格之變化，穩定能源價格，授權行政院於必要時，得在法定應徵稅額百分之二十範圍內機動調整。

五、稅收用途

本條例之稅收運用乃基於稅收中立原則，其開徵後之稅收，扣除本條例施行前原依照貨物稅條例第十條及公路法第二十七條規定之課稅項目之課徵總額後之餘額，其中三分之一，用於提高所得稅法第五條第一項規定之綜合所得稅之免稅額，另三分之一用於降低營利事業所得稅，其餘三分之一用於改善環境之相關研究發展。

2.3.3 各版本的比較

陳委員版與王委員版之應稅能源的項目相同，單位稅額原則上可以如下公式表示之¹²：

$$\tau_i(t+1) = \tau_i(t) + c_i t \quad \forall 0 \leq t \leq \hat{t} - 1,$$

$$\tau_i(t+1) = \tau_i(t) \quad \forall t \geq \hat{t},$$

$$\tau_i(0) = \delta_i(0) + c_i$$

其中 $\tau_i(0)$ 與 $\delta_i(0)$ 分別代表起徵年度之能源稅及貨物稅之單位稅額； \hat{t} 則代表稅額逐年調升之最後年度。

二者之課徵方式、稅率、及稅收運用則存在些許差異。王委員版及陳委員新版之課徵方式一律採從量稅，就稅務行政上，較為簡便，且其稅額制定有考慮能源含碳量及能源使用效率原則；另外，陳委員版本之能源稅收為一般租稅收入，不指定稅收用途，而王委員版本則採稅收中立原則，部分為一般租稅收入（原應徵貨物稅額與汽燃費收入）、部分為規劃用途稅。

此二版本與財政部版的比較如表 2-21 所示。

¹² 在王委員版中，常數項 c 亦可能自某年度起提高。

表 2-21. 兩種版本之能源稅條例草案及現行貨物稅之比較

比較項目	陳委員舊版	陳委員新版	王委員版	行政院新版
起徵年度	2007	2008	2008	2009
應稅項目	汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油、溶劑油、天然氣、液化石油氣、煤炭。	同左	同左	無溶劑油
課徵方式	從價、從量	從量	從量	從量
課徵時程	96-104 年	97 年-106 年	97 年-104 年	98 年-107 年
課徵目的	鼓勵節能永續發展	鼓勵節能永續發展	鼓勵節能永續發展	反映外部成本與能源生產成本
稅額制定原則	不詳	同左	以能源含碳量及能源使用效率(以能源熱值為參數)為計算基礎,並輔以不同權重比例,制定課徵標準。	不詳
稅率	見表 2-17	見表 2-18	見表 2-20	見表 2-22
單位稅額	次低	次高	最高	最低
課徵用途	強調統籌統支	同左	規劃用途稅之部分:三分之一,用於提高綜合所得稅之免稅額,另三分之一用於降低營利事業所得稅,其餘三分之一用於改善環境之相關研究發展。	採稅收中立原則,部分納為一般稅收、部分做為規劃用途。依財政部規劃用途大約如下:65.8%用以抵減貨物稅;18.6%用於降低綜合所得稅;15.6%用於降低其他稅捐(娛樂稅及印花稅等)。詳見表 2-23。
機動調整稅額	行政院於必要時,得在法定應徵稅額百分之三十五範圍內機動調整。	同左	行政院於必要時,得在法定應徵稅額百分之二十範圍內機動調整。	應徵稅額百分之五十以內予以增減。
免稅規定	用作工業原料,則可全部或部分退稅。	同左	用作製造另一應稅能源之原料以及運銷國外者。	一、用作製造另一應稅能源之原料者。 二、運銷國外者。 三、參加展覽,並不出售者。 四、經國防部核定直接供軍用者。

資料來源：本計畫整理。

表 2-22. 能源稅稅率：財政部版

類別	單位	單價	貨物稅	年增額	能源稅稅率									
					2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017 之後
汽油	公升	27.00	6.83	1.00	7.83	8.83	9.83	10.83	11.83	12.83	13.83	14.83	15.83	16.83
柴油	公升	23.15	3.99	0.80	4.79	5.59	6.39	7.19	7.99	8.79	9.59	10.39	11.19	11.99
煤油	公升	32.00	4.25	0.80	5.05	5.85	6.65	7.45	8.25	9.05	9.85	10.65	11.45	12.25
航空 燃油	公升	20.82	0.61	0.10	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
燃料油	公升	12.45	0.11	0.05	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.41	0.46	0.51	0.56	0.61
溶劑油	公升	32.00	0.72	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵	免徵
液化 石油氣	公斤	21.41	0.69	0.10	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.75	0.84
天然氣	立方 公尺	13.03	非應稅 貨物	0.07	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63	0.70
煤炭	公斤	2.00	非應稅 貨物	0.04	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40

表 2-23. 按 94 年度油氣類貨物稅實徵數及完稅數量估算實施能源稅稅收影響數明細表

(行政院 95.10.18 協商決議稅收分析表)

金額單位：新台幣億元

課稅項目 (註 1)	貨物稅應徵稅額 (元/每公升、公斤、立方公尺)	94 年度貨物稅實徵數 (億元) (註 2)	換算完稅數量 (千公秉、千公噸、百萬立方公尺) (註 3)	能源稅稅收【汽油應徵稅額每年每公升調增 1 元；柴油、煤油應徵稅額每年每公升調增 0.8 元；航空燃油調增 0.1 元；燃料油調增 0.05 元；液化石油氣第 9 年每公斤調增 0.06 元，第 10 年每公斤調增 0.09 元；天然氣每年每立方公尺調增 0.07 元；煤炭每年每公斤調增 0.04 元】									
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
1.汽油 +1	6.83	712.33	104.29	816.62	920.92	1,025.21	1,129.51	1,233.80	1,338.10	1,442.39	1,546.68	1,650.98	1,755.27
2.柴油 +0.8	3.99	176.32	44.19	211.67	247.02	282.38	317.73	353.08	388.43	423.79	459.14	494.49	529.84
3.煤油 +0.8	4.25	0.64	0.15	0.76	0.88	1.00	1.12	1.24	1.36	1.48	1.60	1.72	1.84
4.航空燃油 +0.1	0.61	1.94	3.18	2.26	2.58	2.89	3.21	3.53	3.85	4.17	4.48	4.80	5.12
5.燃料油 +0.05	0.11	9.99	90.82	14.53	19.07	23.61	28.15	32.69	37.24	41.78	46.32	50.86	55.40
6.溶劑油	0.72	1.61	2.24	免徵									
7.液化石油氣(0.06)(0.09)	0.69	12.23	17.72	12.23	12.23	12.23	12.23	12.23	12.23	12.23	12.23	13.29	14.89
8.天然氣 +0.07		(非應稅貨物)	10,065.30	7.05	14.09	21.14	28.18	35.23	42.27	49.32	56.37	63.41	70.46
9.煤炭 +0.04		(非應稅貨物)	69,723.67	27.89	55.78	83.67	111.56	139.45	167.34	195.23	223.12	251.01	278.89
小計		915.06		1,093.01	1,272.57	1,452.13	1,631.70	1,811.26	1,990.82	2,170.38	2,349.94	2,530.56	2,711.72
填補油氣類貨物後之稅收 (註 5)				(1,024.03)	(1,052.19)	(1,081.13)	(1,110.86)	(1,141.41)	(1,172.79)	(1,205.05)	(1,238.18)	(1,272.23)	(1,307.22)
				68.98	220.38	371.01	520.84	669.85	818.02	965.33	1,111.76	1,258.33	1,404.50
填補橡膠輪胎、飲料品、平板玻璃、電器類之貨物稅		115.74		(129.00)	(132.55)	(136.19)	(139.94)	(143.79)	(147.74)	(151.80)	(155.98)	(160.27)	(164.67)
				(60.02)	87.83	234.82	380.90	526.06	670.28	813.53	955.78	1,098.06	1,239.83
刪除娛樂稅課稅項目 (註 6.註 7)		1.60		註 10	(2.21)	(2.36)	(2.51)	(2.68)	(2.85)	(3.04)	(3.24)	(3.46)	(3.69)
					85.62	232.46	378.39	523.39	667.43	810.49	952.53	1,094.61	1,236.14

廢除印花稅(註8)						(112.22)	(117.66)	(123.37)	(129.35)	(135.63)	(142.20)	(149.10)	(156.33)
		84.46				120.24	260.73	400.02	538.08	674.86	810.33	945.50	1,079.81
薪資所得特別扣除額 提高2萬2千元						(110.00)	(110.00)	(110.00)	(110.00)	(110.00)	(110.00)	(110.00)	(110.00)
		110.00				10.24	150.73	290.02	428.08	564.86	700.33	835.50	969.81
取消汽燃費(註9)									(583.92)	(604.59)	(625.99)	(648.15)	(671.10)
		426.96							(155.84)		74.34	187.35	298.71
薪資所得特別扣除額 提高1萬2千元							(60.00)	(60.00)	(60.00)	(60.00)	(60.00)	(60.00)	(60.00)
		60.00					90.73	230.02	(215.84)	(99.73)	14.34	127.35	238.71
第6年取消汽燃費後 稅收餘額(註11)									90.73				
									230.02				
									104.90				
環境能源面之相關研 究發展支出，並將部 分稅收分配地方政府													

註：實施能源稅稅收影響數明細表說明。

- 依行政院 95.10.16 協商決議課稅項目及稅額推估能源稅可徵起數。
- 94 年度稅收實徵數加機動調降汽油、柴油及燃料油 2 個月所減少之稅額。
- 實施能源稅後，能源價格上漲可能產生節能效果，惟隨著經濟成長能源需求量亦可能增加，二者相互抵銷，故能源稅完稅數量暫以 94 年度資料為基準試算。
- 本表所列擬取消之各項稅目其各年度稅收及汽燃費金額，係以 94 年度實徵數為基礎，加計最近 5 年平均成長率，推估實施能源稅後，擬配合取消之各該年度稅額及汽燃費金額；另考量能源稅擬規定於公布後 2 年施行，暫以 98 年作為實施能源稅之起始年度。
- 油氣類及橡膠輪胎等四類貨物之貨物稅稅收分別以 94 年度實徵數 915.06 億元及 115.74 億元，以及最近 5 年貨物稅平均稅收成長率 2.75% 推估。
- 娛樂稅按 94 年實徵稅 1.6 億元及最近 5 年平均稅收成長率 6.6% 推估。
- 娛樂稅擬取消課稅項目為具藝文性活動性質之電影、戲劇、音樂演奏及非職業性歌唱、舞蹈等表演，以及體育性質（高爾夫球場除外）之撞球場、保齡球館所收票價或收費額之娛樂稅。
- 印花稅按 94 年度印花稅實徵數 84.46 億元及最近 5 年平均稅收成長率 4.85% 推估。
- 汽燃費金額按交通部 94 年度汽燃費收入 426.96 億元及最近 5 年平均成長率 3.54% 推估。
- 第 2 年剩餘之稅收增加數 85.62 億元，用於彌補能源稅第 1 年稅收不足取消橡膠輪胎等四類貨物之貨物稅稅收損失數後餘 25.6 億元(85.62-60.02=25.6)。
- 汽燃費至實施第 6 年預計總收入為 583.92 億元，預估實施第 4 年至 6 年累計增加之能源稅稅收(150.73+290.02+428.08=868.83)，足以彌補汽燃費之收入，爰擬於第 6 年取消汽燃費。惟第 4 年至第 6 年增加收入扣除用於彌補取消汽燃費之損失後，稅收增加數尚餘 294.91 億元(868.83-583.92=284.91)，故擬將第 4 年稅收增加數先行用於提高薪資特別扣除額 1 萬 2 千元，剩餘之稅收增加數 104.9 億元用於彌補第 7 年能源稅稅收不足配套措施損失 99.73 億元之用。

2.4 開徵能源稅之情境影響評估

2.4.1 文獻評述

在全球暖化議題的嚴峻及溫室氣體減量的強大壓力下，受到歐洲各國寄予厚望的綠色租稅（如碳稅、能源稅等）已成為世界各國進行溫室氣體減量的經濟減量工具，發展迄今，綠色租稅的內涵越來越豐富。觀察租稅的發展和演變，90年代興起的「環境租稅改革（Environmental Tax Reform, ETR）」¹³其實是形勢發展自然演變出來的結果。以福利支出和租稅負擔比重偏高的北歐國家而言，為避免政府過度舉債造成財政惡化的現象加劇，除在開源和節流兩者之間做出抉擇外，亦另闢蹊徑，基於依賴能源，重視環保的背景，提出「污染者付費」的反向思考，希望能夠利用課徵綠色租稅，一方面達到改善環境品質，降低對能源依賴的效益，另一方面可以創造新增的收入，再循環善用在改善租稅扭曲項目，在做中學的嘗試心態下，發現環境/綠色租稅具有租稅改革的效果（黃耀輝，2003），於是「綠色租稅改革」（green tax reform）行動頓成各國倚重的焦點。

綠色租稅改革的目的，主要是冀望能夠達成環境品質改善及經濟效率提昇的「雙紅利（double dividend）」效果（易嘉慧（2006）、楊子涵和蘇漢邦（2002），蕭代基和葉淑琦（1998））。一般普遍認為租稅會產生「超額負擔」（excess burden），造成社會福利的無謂損失；但綠色租稅（如環境稅）不但可讓污染環境的外部成本內部化，矯正市場失靈；若用此稅收來減輕其他扭曲性稅收（例如所得稅），將減輕其他稅收所造成的超額負擔（Bosquet（2000）、Goulder（1995, 2005）、Giménez and Rodríguez（2006）、Parry and Brento（2000））。若用此稅收來減輕雇主所負擔的員工社會保險費，雇主便有能雇用更多的員工，因此還能促進就業（Deroubaix and Lévèque（2006）、Conrad and Löschel（2005）、Bosello and Carraro（2001）、Bovenberg and de Mooij（1997）、Carraro et al.（1996）、Kuper（1996）等）。

然而，綠色租稅改革是否一定存在雙紅利的效果？Bosquet（2000）與Sanstad and Wolff（2000）在整理相關理論與實證文獻後均指出迄今仍然無法有一明確的答案。¹⁴由這兩篇文獻整理內容可知，

¹³ 在相關文獻中，環境租稅改革(ETR)又被稱為綠色租稅改革(green tax reform)、生態租稅改革(ecological tax reform)、環境財政改革(environmental fiscal reform)、綠色租稅交換(green tax swap)，或是綠色租稅轉嫁(green tax shifting)等。

¹⁴ 假如完全以環境稅來取代現有的其他稅捐，那雙紅利才有可能完全實現。但由於目前政府支出水準遠高於庇古稅所能徵收的數額，因此環境稅只能用於減輕其他稅捐，而不能完全取代。因此在實證模型可以支持雙紅利效果存在的文獻，其效果大多並不顯著。(Conrad and

課徵綠色租稅對於 CO₂ 的減量效果均相當明顯，而在其他總體或福利相關指標上則呈現不一致的模擬結果，大體而言，研究結果若有雙紅利存在，其效果大多不顯著。Bosquet (2000) 指出若是在實證研究時，冀望雙紅利的效果可以凸顯，宜針對模型進行修正：

(1) 重新選擇適宜的福利指標：大部分文獻是以 GDP 作為福利的衡量指標，Bosquet (2000) 認為有很多衡量指標是可以用來替代 GDP，如永續經濟福利指標 (the Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW)、永續社會國民生產淨額 (the Sustainable Social Net National Product, SSNNP)、真實進步指數 (Genuine Progress Indicator, GPI) 等。

(2) 修正勞動市場的假設：結構性失業與僵固性工資一般都被摒除在模型之外，然而若是模型考慮結構性失業，當政府將環境稅收用於降低雇主的社會安全捐 (social security contributions) 時，可以提高勞動市場的彈性以及增加員工雇用。

(3) 加入內生成長機制：課徵環境稅對於環境的改善效果若可回饋經濟體系，產生學習效果，誘發產業研發節能技術，則環境政策的實施對於提升產業的生產力與競爭力將有所助益。

(4) 考量動態效率 (dynamic efficiency)：目前大部分討論雙紅利的模型均屬於靜態模型，忽略動態效率的存在。事實上，課徵環境稅會創造新技術的投資誘因。

(5) 稅率可能過低：文獻中的參考稅率偏低，因此效果偏小。

儘管實證文獻並無法驗證綠色租稅改革會有明顯的雙紅利效果存在，自 1990 年代開始，國際間已有諸多國家已開始落實綠色租稅改革措施，¹⁵其租稅收入大多用於降低所得稅 (如丹麥、芬蘭、瑞典)，或是用於減少社會保險費或社會安全捐 (如德國、英國用於調降國民年金保費，義大利、芬蘭和荷蘭、瑞典用於調降雇主之社會保險保費)；斯洛維尼亞則用於支應環保燃料的生產。這些歐盟國家實施環境稅主要有以下的考量：

(1) 將外部成本內部化：即「庇古稅 (Pigouvian Taxes)」的概念，環境稅的稅率應該等同於對環境造成損害的貨幣價值 (Parry and

Löschel(2005))

¹⁵ 主要以歐盟國家、美國、澳洲、日本等。

Bento (2000) , Giménez and Rodríguez (2006))。

(2) 提供經濟誘因而減少污染物質的產生：例如對排放二氧化硫課稅，將讓廠商有裝置脫硫設備或是使用低硫原料的誘因。並且這些稅讓產品價格提高，進而也會讓消費者有減少消費的誘因。¹⁶

(3) 使污染防制的成本最小化：環境稅可讓廠商自行決定繳稅或是減少污染，當減污費用很高時，廠商就會選擇繳稅；反之當稅賦很重時，就會選擇減少污染排放。因此當設定減量目標時，環境稅要比管制划算，因為相對而言，直接管制要面對不同的污染排放訂定不同排放標準，行政手續繁雜且昂貴。(Palmer *et al.* (1995))

(4) 鼓勵污染防治的技術創新：課徵環境稅會使得燃料、能源、污染的成本增加，為了增加競爭力，廠商就會努力開發低污染的產品、改善製程與污防技術的提昇。

(5) 增加收入減少超額負擔：一般來說，若對勞力、資本、儲蓄等課稅，都會造成所謂經濟福利無謂的損失（超額負擔）。因此當政府在課徵環境稅後，若是可以同時減少對所得、資本等的課稅，將可以改善租稅的扭曲，並增進經濟效率與福祉。

近十年來，文獻中關於雙紅利是否存在的實證模擬以「可計算一般均衡」(Computable General Equilibrium, CGE) 模型居多，如：楊子菡和蘇漢邦 (2002)、Bye (2000)、Bovenberg and Heijdra (1998)、Bovenberg and de Mooij (1994, 1997)、Bovenberg and van der Ploeg (1994, 1998)、Conrad and Löschel (2005)、Jorgenson and Wilcoxon (1993)、Kumbaroğlu (2003)、Parry and Bento (2000)、Richter and Schneider (2003)、Rosen (2003)，以及 Welsch and Viola (2004)等。然而目前所知探討雙紅利的 CGE 模型大多是靜態 (static) 或是跨期 (intertemporal) 的分析居多，鮮少以動態 (dynamic) 進行分析。Rosen (2003)及 Welsch and Viola (2004)則為少數例外，渠等以動態 CGE 模型來探討雙紅利的結果為例：Rosen (2003) 將碳稅稅收移轉用以降低勞動所得稅或資本所得稅，實證結果發現，降低勞動所得稅並沒有雙紅利的效果，而降低資本所得稅反而對於經濟成長與福利有正面效果；Welsch and Viola (2004) 的實證結果發現課徵能源稅將造成 GDP 有負向衝擊，但是會有 CO₂ 排放量的下降與就業的增加的雙紅利效果，不過，效果並不明顯。

¹⁶ http://www.epa.gov.tw/attachment_file/各國環境稅的推動狀況.doc

我國在面對溫室氣體減量的壓力下，政府已積極準備要課徵能源稅，在 2006 年 7 月的「經濟永續發展會議」中亦明確指出：「現階段應儘速完成能源稅條例立法程序，針對不同化石能源別依其單位熱值與含碳量等原則訂定稅額，並以循序漸進方式逐年調整稅額，以降低對物價及經濟之衝擊；惟在實施前應優先讓國內能源價格反映生產成本，並取消相關化石能源使用之補貼與優惠。」¹⁷ 由此可知，目前政府部門已將課徵能源稅納入溫室氣體減量工具的考量選項，因此「雙紅利」是否存在便是值得關注的研究課題。是故，本文將以動態 CGE 模型來評估我國課徵能源稅的雙紅利效果，以觀察雙紅利假說是否成立。

2.4.2 基準情境設計

TAIGEM-III 之基準情境的設計重點，包括以下各項：

- 一、將 TAIGEM III 部門數加總為 59 部門，產品數加總為 69 種產品，其中包含 12 種發電機組，10 種油品，7 種新能源部門(見表 2-24)。

表 2-24. 模型之部門分類

編號	產業別	產品別	編號	產業別	產品別
1	農林漁牧業	農林漁牧業	36	電力-複循環-燃氣	機械
2	燃料乙醇作物	燃料乙醇作物	37	電力-氣渦輪-燃油	家電資訊通訊
3	生質柴油作物	生質柴油作物	38	電力-氣渦輪-燃氣	運輸設備
4	煤	煤	39	電力-柴油機	精密機械
5	原油、天然氣	原油	40	電力-核能	其他製品
6	其他非金屬礦業	天然氣	41	電力-風力	電力-水力
7	食品加工	其他非金屬礦物	42	電力-太陽光電	電力-汽力-燃油
8	菸	食品加工	43	電力-輸配電	電力-汽力-燃煤
9	紡織	菸	44	燃料乙醇	電力-汽力-燃氣
10	成衣及服飾品	紡織	45	生質柴油	電力-複循環-燃油
11	皮革及其製品	成衣及服飾品	46	太陽熱能	電力-複循環-燃氣
12	木材及其製品	皮革及其製品	47	燃氣	電力-氣渦輪-燃油
13	非金屬家具	木材及其製品	48	自來水暖氣熱水	電力-氣渦輪-燃氣
14	紙及紙製品	非金屬家具	49	營造工程	電力-柴油機
15	印刷	紙及紙製品	50	批發	電力-核能
16	化學材料	印刷	51	零售	電力-風力

¹⁷ <http://find.cepd.gov.tw/tesg/>

編號	產業別	產品別	編號	產業別	產品別
17	人纖及塑膠	化學材料	52	國際貿易	電力-太陽光電
18	化學製品	人纖及塑膠	53	餐飲、旅館 及不動產服務	電力-輸配電
19	石油煉製品	化學製品	54	運輸倉儲通信業	燃料乙醇
20	煤製品	汽油	55	金融保險服務業	生質柴油
21	橡膠製品	柴油	56	工商服務業	太陽熱能
22	塑膠製品	航空用油	57	教育醫療服務業	燃氣
23	非金屬礦物製品	燃料油	58	公共行政服務業	自來水暖氣熱水
24	鋼鐵及其他金屬	煤油	59	其他服務業	營造工程
25	金屬製品	潤滑油	60		批發
26	機械	石油腦	61		零售
27	家電資訊通訊	煉油氣	62		國際貿易
28	運輸設備	瀝青	63		餐飲、旅館 及不動產服務
29	精密機械	其他石油煉製品	64		運輸倉儲通信業
30	其他製品	煤製品	65		金融保險服務業
31	電力-水力	橡膠製品	66		工商服務業
32	電力-汽力-燃油	塑膠製品	67		教育醫療服務業
33	電力-汽力-燃煤	非金屬礦物製品	68		公共行政服務業
34	電力-汽力-燃氣	鋼鐵及其他金屬	69		其他服務業
35	電力-複循環-燃油	金屬製品			

註：生質能（燃料乙醇與生質柴油）、再生能源（太陽熱能），與再生能源發電機組（風力發電與太陽光電）在模型基期年時均無資料，目前在模型中以相對極小之非零之值置入；在生質能作物（燃料乙醇作物與生質柴油作物）部分，牽涉到土地利用的問題，由 IO 表中原始投入之土地部分是以土地租金予以處理，因此在模型中此部分之處理能尚有很大的改善與修正空間。

二、採用主計處公告之 1999 年產業關聯表來編製資料庫¹⁸，將歷史模擬校準（calibration）自 2000 年起至 2005 年止。

三、家庭戶數：在模型中為外生決定，資料來源如下（詳如表 2-25）：

（一）歷史資料（1995~2005 年）採用內政部戶政司與主計處所公告之資料。

¹⁸ TAIGEM-III 亦根據 2001 年的產業關聯表來編製成另一資料庫，為 2001 年是我國歷史上經濟成長最為異常的一年（GDP 成長率為-2.2%），據此所推估的歷史模擬（2001~2005）很難與實績值相容，顯見其中涉及許多非經濟因素而無法由模型予以解釋。以 1999 年產業關聯表為基礎的資料庫，其歷史模擬則甚為相近。

(二) 預測資料 (2006~2030 年) 過去均採用交通部運研所 (1999) 「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」之戶數預測結果, 惟其年代已久, 正確性屢受質疑, 因此本研究同時採用狀態空間模型 (State Space Model) 與 ARIMA 模型進行預測, 並取二者之平均值做為 TAIGEM-III 之設定值。

表 2-25. 我國家戶數與人口數實績及未來展望

期間	戶數成長率(%)				人口數 (千人)	人口成長率(%)
歷史公告值 ⁽¹⁾						
1995	3.02				21,357	0.85
1996	3.48				21,525	0.79
1997	3.03				21,743	1.01
1998	2.67				21,929	0.85
1999	2.55				22,092	0.75
2000	2.28				22,277	0.83
2001	1.80				22,406	0.58
2002	1.80				22,521	0.51
2003	1.76				22,605	0.37
2004	1.88				22,689	0.37
預測推估值 ⁽²⁾						
	交通部運研所 (1999)	狀態空間 模型	ARIMA	TAIGEM ⁽³⁾	經建會	
2005	2.2	1.8	1.84	1.82	22,838	0.36
2006	1.75	1.77	1.81	1.79	22,909	0.31
2007		1.74	1.77	1.76	22,968	0.26
2008		1.71	1.74	1.73	23,015	0.21
2009		1.68	1.71	1.70	23,054	0.17
2010		1.65	1.68	1.67	23,082	0.12
2011	1.30	1.63	1.65	1.64	23,100	0.08
2012		1.6	1.63	1.62	23,109	0.04
2013		1.58	1.6	1.59	23,111	0.01
2014		1.55	1.58	1.57	23,104	-0.03
2015		1.53	1.55	1.54	23,090	-0.06
2016	1.10	1.5	1.53	1.52	23,069	-0.09
2017		1.48	1.5	1.49	23,039	-0.13
2018		1.46	1.48	1.47	23,002	-0.16
2019		1.44	1.46	1.45	22,955	-0.21
2020		1.42	1.44	1.43	22,899	-0.24
2021	0.90	1.4	1.42	1.41	22,836	-0.28
2022		1.38	1.4	1.39	22,767	-0.30
2023		1.36	1.38	1.37	22,690	-0.34
2024		1.34	1.36	1.35	22,606	-0.37
2025		1.32	1.34	1.33	22,514	-0.41

資料來源：(1) 歷史資料：1995-2004 年之歷史實際值資料來源：內政部「內政統計年報」<http://www.moi.gov.tw/stat/year/list.htm> 與主計處「中華民國統計資訊網」<http://www.stat.gov.tw/mp.asp?mp=4>。(2) 2005 年起預測資料：戶數成長：交通部運研所(1999)「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」人口成長資料來源：經建會(2004)「中華民國台灣地區民國 93 年至 140 年人口推計」之表 19，「臺灣地區總人口及人口變動推計數-民國 93 至 140 年」。(3)TAIGEM-III 採用 State Space 推估值與 ARIMA 推估值的平均值。

四、消費者物價指數 (CPI)：過去的研究大都根據歷史資料而假設未來各年之 CPI 為一個固定常數 (例如 1.5%)，惟此一設定方式過於簡易且粗糙，與實際現象有明顯差異，故本研究改採用狀態空間模型與 ARIMA 模型自行推估，並取二者之平均值 (詳見表 2-26)，做為 TAIGEM-III 的設定值。

表 2-26. 我國消費者物價指數 (CPI) 之推估結果

年	歷史值	State Space	ARIMA	TAIGEM-III
1990	4.12	4.12	4.12	4.12
1991	3.62	3.62	3.62	3.62
1992	4.47	4.47	4.47	4.47
1993	2.94	2.94	2.94	2.94
1994	4.10	4.10	4.10	4.10
1995	3.67	3.67	3.67	3.67
1996	3.08	3.08	3.08	3.08
1997	0.89	0.89	0.89	0.89
1998	1.69	1.69	1.69	1.69
1999	0.17	0.17	0.17	0.17
2000	1.26	1.26	1.26	1.26
2001	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
2002	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
2003	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28
2004	1.62	1.62	1.62	1.62
2005		0.7	1.97	1.34
2006		0.7	2.09	1.40
2007		0.69	2.11	1.40
2008		0.69	2.09	1.39
2009		0.68	2.05	1.37
2010		0.68	2.02	1.35
2011		0.67	1.98	1.33
2012		0.67	1.94	1.31
2013		0.67	1.9	1.29

年	歷史值	State Space	ARIMA	TAIGEM-III
2014		0.66	1.87	1.27
2015		0.66	1.83	1.25
2016		0.65	1.8	1.23
2017		0.65	1.77	1.21
2018		0.65	1.74	1.20
2019		0.64	1.71	1.18
2020		0.64	1.68	1.16
2021		0.63	1.65	1.14
2022		0.63	1.63	1.13
2023		0.62	1.6	1.11
2024		0.62	1.57	1.10
2025		0.62	1.55	1.09

資料來源：TAIGEM-III 採用本研究分別以 State Space 與 ARIMA 計量推估方法所得之結果取平均值。

五、國際能源價格：在 TAIGEM-III 亦為外生設定。國際能源價格的走勢，攸關國內能源使用成本，其重要性不言可喻，但國內鮮有機關自行預測，因此大都參考國際能源總署之「國際能源展望」（International Energy Outlook, IEO）或美國能源部能源資訊署（Energy Information Administration, EIA）之「能源年度展望」（Annual Energy Outlook）所公布的預測資料為主。然而，由於國際能源價格在 2003 年起快速飆漲，與前述來源的預測值大幅逕庭，其不確定性使得國際能源價格的設定極為困難。此處是根據美國 EIA 公布的資料（AEO2006）予以設定（詳見表 2-27）。

表 2-27. 能源價格之實績及未來預測值

	原油 US\$ ₂₀₀₄ /桶	燃料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	原料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	液化天然氣 US\$ ₂₀₀₄ /公噸
2005	48.59	57.70	99.04	398.96
2006	52.75	47.37	93.06	443.86
2007	50.32	46.51	93.45	430.17
2008	47.89	45.43	93.72	416.08
2009	45.45	43.66	94.36	401.43
2010	43.02	44.30	92.70	386.24
2011	42.81	42.16	90.95	384.93
2012	42.62	41.33	89.13	383.70
2013	42.43	40.50	87.08	382.47
2014	42.23	39.30	85.71	381.23
2015	42.04	38.66	84.77	379.98
2016	42.43	38.15	84.26	382.47

	原油 US\$ ₂₀₀₄ /桶	燃料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	原料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	液化天然氣 US\$ ₂₀₀₄ /公噸
2017	42.81	37.59	84.58	384.93
2018	43.21	37.49	84.78	387.46
2019	43.60	37.27	85.77	389.90
2020	43.99	37.95	86.66	392.40
2021	44.57	38.15	87.58	396.00
2022	45.16	38.60	88.32	399.65
2023	45.76	39.40	88.41	403.27
2024	46.34	40.31	88.85	406.78
2025	46.93	41.25	89.31	410.34

說明：1. 2005 年之燃料煤、原料煤以及液化天然氣為實績值，資料來源為能源統計月報。原油進口價格資料來源為海關進口統計月報。

2. 原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格與美國能源部 (AEO2006) 能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得。

六、核能政策：主要的焦點問題在於核四的商轉時間，以及既有核電廠的除役時間。本研究假設核四 2 部機組將分別於 2010 年、2011 年起開始運轉。既有核能機組的除役時程則如下所示：(1) 核一廠分別於 2018 與 2019 年除役；(2) 核二廠分別於 2021 與 2023 年除役；(3) 核三廠分別於 2024 與 2025 年除役。

此外，由於興建核能電廠的資本成本為數不貲，興建期間的投資會排擠掉其他部門的公共投資，因此本研究考慮核四機組運轉前六年 (2004 年~2009 年) 所造成的排擠效果。有關排擠效果之設定說明如下：

在 TAIGEM-III 模型中，核四運轉各年將依台電所提之裝置容量增加率，換算成發電量成長率，在運轉各年進行正向衝擊，而如僅考慮此部分，將使經濟體忽略核四運轉所需付出的代價，此時核四政策將變成無需成本負擔之綠色政策，並不合理。因此，本模型利用台電規劃之核四預算及其成本支出，在其運轉 (2010 年) 前 6 年 (2004 年至 2009 年)，將核四所增列之投資額，在各年投資總額維持不變的情況下，計算出各產業投資額之等比例降幅，並在此 6 年予以扣除，以符合經濟發展現況，避免造成高估核四政策之經濟效果，此即為 TAGIEM III 模型在核四政策所考慮的「排擠效果」(見表 2-28)。

表 2-28. 核四投資之資金排擠計算

單位：百萬元

	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
台電規劃投資金額 (A) ¹	24,645	22,544	28,438	29,317	10,913	996
已核定金額 (B) ²	19,050					
已核定金額分攤 (C) = (B) / 6	3175	3175	3175	3175	3175	3175
合計 (D) = (A) + (C)	27,820	25,719	31,613	32,492	14,088	4,171
基線總投資額 (E)	1,910,433	2,050,109	2,226,775	2,420,679	2,647,124	2,877,784
投資排擠效果 (F) = [(D) / (E)] * 100	1.46%	1.25%	1.42%	1.34%	0.53%	0.14%

資料來源：1.台灣電力公司 (2005)

2.行政院諮詢紀錄 (2004/09)

<http://210.69.7.199/qa/300000000s5622000079.htm>

七、能源使用效率：1998 年全國能源會議的結論中，針對我國能源使用效率訂定每年平均提升 1.2% 的目標值。在許多研究中，能源使用效率（或能源生產力、或能源密集度）都被視為一個外生參數，並做為一個政策變數來處理。其實這三種關鍵詞是一體的三面，本質上都是內生變數。例如，「能源密集度」通常都以「能源使用量除以 GDP」來衡量，而能源使用量與 GDP 這兩個變數，在 TAIGEM-III 模型中均由模型內生求解，因此「能源密集度」理當為內生變數，因此將之外生化設定確實不盡合理。

不過，為了反映能源使用效率可能有自發性提升的現象，本研究在基準情境乃根據 TAIGEM-III 的模型特點，應用能源替代技術予以反映，茲說明如下：

在 TAIGEM-III 模型中，對於各產業之生產函數均設置了一個技術偏好變數 (A)，此變數通常設為外生，對於這些變數給予衝擊，將隱含兩種不同的效果，對內影響（節省）要素的使用，對外影響（擴張）產能及 GDP。在能源要素部分亦有相同的機制設定，因此，就能源要素使用而言，本模型之生產函數（見式 (1)）可視為一種隱含能源替代之生產函數 (Alternate Energy Sources Function, AESF)，而能源要素之技術偏好變數 (A) 則可視為一能源替代因子 (Alternate Energy Technologies, AET)。

$$Y = Leontief \left[\frac{X_{IntermediateFactors}}{A_{IntermediateFactors}}, CES \left(\frac{X_{EnergyFactors}}{A_{EnergyFactors}} \right), CES \left(\frac{X_{PrimaryFactors}}{A_{PrimaryFactors}} \right) \right] \quad (1)$$

因此，本模型將能源使用效率提升 1.2% 界定為「能源替代技術提升 1.2%」，如此將同時衍生節省能源要素使用與提高各產業產出的效果，進而創造 GDP 成長。因此，上述兩項效果，將使得內生求解之能源密集度變動率之分子下降，分母增加，能源密集度達至降低抑制之成效。在本模型能源使用效率提升 1.2% 之設定下，能源密集度預測至 2020 年，累計約下降 16% 至 20%；在 2004 至 2025 年間之年平均下降率則為 0.5%。

八、GDP 成長率：在 TAIGEM-III 模型中，GDP 成長率可以內生化或外生設定，此處係內生求解（亦即由模型自行求解）。

九、能源消費量：由於能源稅的課徵以及 CO₂ 排放量，均與能源消費量密切相關，為求初級能源結構配比符合實際資料，本研究參考能源局之「能源平衡表」之歷年能源消費量資料進行歷史模擬階段（2000~2005 年）之校準行為（見表 2-29）。

十、技術配套：依據我國發電技術之現況與種類可知，電力供給主要是由煤、石油、燃氣、核能、水力發電或是再生能源等技術所生產。在可行的技術限制下，模型假設電力產業可以根據不同發電技術間的相對成本來決定彼此的替代程度。同時，為避免模型求解出現不符合現況或技術上不可行的投入組合，在設定發電技術的選擇行為時，必需限制某些技術不可能「完全」被其他技術所取代，此即為與工程規劃模型中類似之「由下而上」的設定。

表 2-29. 能源消費量校準結果

	煤炭(公噸)		天然氣(立方公尺)		汽油(公秉)		柴油(公秉)		航空用油(公秉)		燃料油(公秉)		煤油(公秉)	
	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM
1999	33152301	33152300	5791938	5791940	9343130	9343130	5897909	5897910	2724386	2724386	13981389	13981390	36802	36803
2000	38874346	38473260	6292073	6273910	9462809	9462039	6084398	6081685	2698965	2698942	14003907	14003750	30068	29439
2001	42035511	41492280	6902278	6857442	9534622	9533706	5794595	5785802	2611069	2609639	12439782	12354860	30400	29761
2002	45002366	44332520	7863189	7757004	9732781	9730176	6124230	6106876	2732588	2728520	11390819	11271590	24679	23621
2003	48582399	47741040	8017991	7908480	10112495	10103150	5954236	5934945	2592635	2585493	10742776	10613200	25145	24063
2004	50901439	49970840	9379380	9158586	10344169	10332160	6099635	6078190	2923159	2897631	10190945	10054630	22824	21744
2005	53401683	52371810	10065333	9807026	10578517	10564340	6233971	6210606	3038022	3009543	9823455	9685627	19241	18062
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2000	17.26	16.05	8.64	8.32	1.28	1.27	3.16	3.12	-0.93	-0.93	0.16	0.16	-18.30	-20.01
2001	8.13	7.85	9.70	9.30	0.76	0.76	-4.76	-4.87	-3.26	-3.31	-11.17	-11.77	1.10	1.09
2002	7.06	6.85	13.92	13.12	2.08	2.06	5.69	5.55	4.65	4.56	-8.43	-8.77	-18.82	-20.63
2003	7.96	7.69	1.97	1.95	3.90	3.83	-2.78	-2.82	-5.12	-5.24	-5.69	-5.84	1.89	1.87
2004	4.77	4.67	16.98	15.81	2.29	2.27	2.44	2.41	12.75	12.07	-5.14	-5.26	-9.23	-9.64
2005	4.91	4.80	7.31	7.08	2.27	2.25	2.20	2.18	3.93	3.86	-3.61	-3.67	-15.70	-16.93
	潤滑油(公秉)		輕油(石油腦)(公秉)		煉油氣(立方公尺)		瀝青(公秉)		液化石油氣(公噸)		煤製品(公噸)			
	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM	能平表	TAIGEM		
1999	297413	297415	4705852	4705852	1450740	1450740	871848	820876	1613035	1584642	4882365	4886210		
2000	298942	298940	4439829	4432810	1389035	1387821	753812	702327	1610328	1581946	766006	730102		
2001	204187	187150	10350006	8358420	1468306	1465060	704239	654713	1632015	1603174	774104	737784		
2002	305039	263822	12144097	9705324	1301371	1289304	530104	471379	1707887	1676206	789873	752676		
2003	322792	278788	13320778	10607060	1414218	1396968	471257	416237	1749187	1716335	801154	763358		
2004	383522	327266	14458398	11479880	1649218	1613379	507572	447252	1947024	1901229	1417539	1211974		
2005	426201	361980	14958306	11870760	1674094	1637550	432575	376314	2113932	2058202	1356770	1158987		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
2000	0.51	0.51	-5.65	-5.80	-4.25	-4.34	-13.54	-14.44	-0.17	-0.17	-84.31	-85.06		
2001	-31.70	-37.40	133.12	88.56	5.71	5.57	-6.58	-6.78	1.35	1.34	1.06	1.05		
2002	49.39	40.97	17.33	16.11	-11.37	-12.00	-24.73	-28.00	4.65	4.56	2.04	2.02		
2003	5.82	5.67	9.69	9.29	8.67	8.35	-11.10	-11.70	2.42	2.39	1.43	1.42		
2004	18.81	17.39	8.54	8.23	16.62	15.49	7.71	7.45	11.31	10.77	76.94	58.77		
2005	11.13	10.61	3.46	3.40	1.51	1.50	-14.78	-15.86	8.57	8.26	-4.29	-4.37		

本研究模型即利用 CRESH 函數¹⁹投入選擇之特色，以及此一函數易於線性化之便利，架構出電力部門的技術組合方式，以做為電力部門生產之決策選擇行為。參考並改進 TAIGEM-III 電力部門巢式結構（參考圖 2-4）：

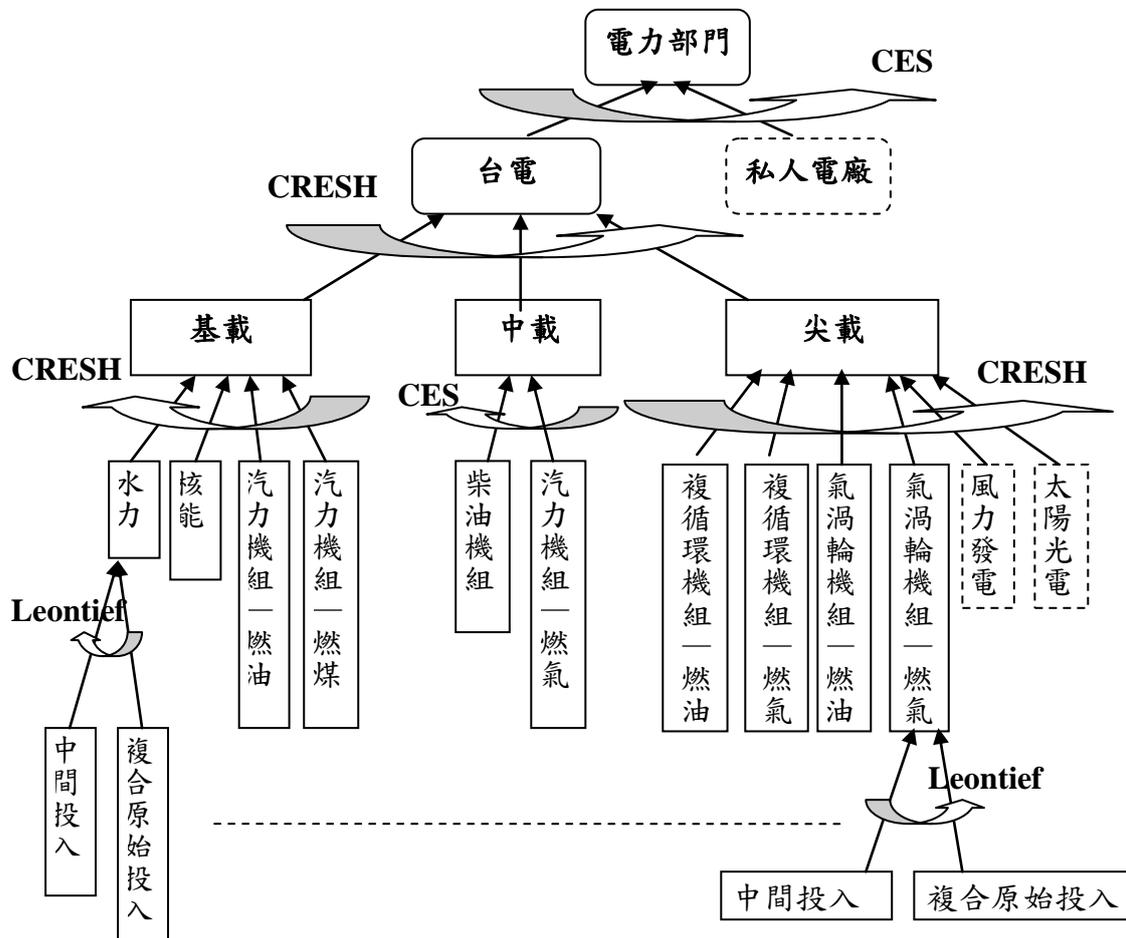


圖 2-4. 電力部門技術配套設計

1. 將原本電力部門技術配套的設計，修正電力機組分成基載 (base load)、中載 (intermediate load)，以及尖載 (peak load)。
2. 其中基載部分包括水力發電、核能以及燃油與燃煤汽力機組；而中載機組包括柴油機組與燃氣汽力機組；尖載機組包括氣渦輪機組（燃油與燃氣機組）、複循環機組（包括燃油與燃氣機組）、風力發電與太陽光電。

本研究之電力部門巢式結構如圖 2-4 所示，模型將發電技術分為

¹⁹ 詳細推導過程詳參 Hanoch (1971) 全文

12類，²⁰而每個電力技術部門之中間投入與複合原始投入間之組成，則使用 Leontief 生產函數架構之；而水力發電、核能以及燃油與燃煤汽力機組透過 CRESH 函數加總而得基載機組，柴油機組與燃氣汽力機組透過 CES 函數加總而得中載機組，而尖載機組則是複循環機組、氣渦輪機組、風力發電與太陽光電透過 CES 方式加總而得。而基載、中載與尖載機組則是利用 CRESH 函數加總成輸配電業（台電），台電再跟私人電廠²¹以 CES 方式加總成電力部門。

十一、產業結構：在 TAIGEM-III 模型中，產業結構可以內生化或外生設定，此處係內生求解。

在表達產業結構的變動時，其結果常因個人選用的衡量標準（常見者為生產毛額和附加價值²²）而大不相同。一般而言，用「附加價值」來衡量產業結構才是較為正確的方法，因為各產業的產值多寡，不足以反映該產業對經濟體系的經濟淨貢獻，必須考慮其餘生產過程中所付出的各種代價。職是之故，本研究皆以「附加價值」為衡量基準。

十二、社會會計矩陣：為分析能源稅等綠色租稅議題，納入社會會計矩陣(Social Accounting Matrix, SAM)是必需的，SAM 主要是將產業關聯表、國民所得會計帳、進出口貿易統計、產業資本及勞動資料、家計消費資料等組織與整合，其基本理念和產業關聯表類似，但可同時分析政府部門、家計部門、企業等部門之收入與支出，應用範圍甚為廣泛。本研究 SAM 表架構參考楊子涵、蘇漢邦（2002）與蘇漢邦（2005）編制而成，請參考表 2-30。

²⁰ 由於目前風力與太陽能之成本結構較不明確，同時發電量亦相對微小，目前政府規劃是以裝置容量為主要方向，對於未來的發電量目標並無確實資料可以獲得，因此模型雖已做了設定，資料庫亦放入非零之參考數值，但實際模擬時則視需要納入此兩項新發電技術。

²¹ 私人電廠部分待相關成本資料蒐集完成後即可套用入電力部門，目前此一部份尚未運作。

²² 用「附加價值」來衡量產業結構，才是較為正確的方法，因為各產業的產值多寡，不足以反映該產業對經濟體系的經濟淨貢獻，必須考慮其餘生產過程中所付出的各種代價。

表 2-30. 社會會計矩陣

			生產帳	產業支出帳	勞動	家計單位	政府支出帳		產業投資帳	存貨帳	國外收入帳	合計
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
size			I	1	O	H	1	I	I	1	1	
國產商品帳	1	I	$V1BAS(dom)$ $V1MAR(dom)$ $V1MAR(imp)$			$V3BAS(dom)$ $V3MAR(dom)$ $V3MAR(imp)$	$V5BAS(dom)$ $V5MAR(dom)$ $V5MAR(imp)$	$\alpha \times V2BAS(dom)$ $\alpha \times V2MAR(dom)$ $\alpha \times V2MAR(imp)$	$\beta \times V2BAS(dom)$ $\beta \times V2MAR(dom)$ $\beta \times V2MAR(imp)$	$V6BAS(dom)$	$V4BAS$ $V4MAR$	總銷售
產業收入帳	2	1	$V1CAP$				$VGOVGOS$				$VROWGOS$	產業收入
勞動	3	O	$V1LAB$									受雇報酬
家計單位	4	H		$VGOSHOU$	$VWAGES$	$VHOUGOU$	$VGOVHOU$				$VROWHOU$	家計收入
政府收入帳	5	1	$V1TAX$ $V1OCT$ $V1TAR$	$VGOSGOV$ $VGOSTAX$		$V3TAX$ $VHOUGOV$ $V3TAR$	$V5TAR$	$\alpha \times V2TAR$	$\beta \times V2TAR$	$V6TAR$	$VROWGOV$	政府收入
進口商品帳	6	I	$V1CIF$			$V3CIF$	$V5CIF$	$\alpha \times V2CIF$	$\beta \times V2CIF$	$V6CIF$		總進口
對國外移轉帳	7	1		$VGOSROW$		$VHOUROW$	$VGOVROW$					對國外移轉支出
總支出 (第 1~7 列合計)	8	1	總成本	產業支出	受雇報酬	家計支出	經常支出	資本支出	產業投資	存貨增加	外匯收入	
總收入 (第 10 行)	9	1	總銷售	產業收入	受雇報酬	家計收入	政府收入				外匯支出	
差額 (第 9 列-第 8 列)	10	1	0	產業儲蓄	0	家計儲蓄	政府儲蓄或 融支性資金需求		產業資本形成資金需求	貸出淨額	0	

(註) 1：I=39 個產業；O=6 種職業類型；H=5 等分位組家庭。

2： α 及 β 分別為政府與產業投資占固定資本形成的比率，故 $\alpha + \beta = 1$

3：參考來源：蘇漢邦 (2005)。

十三、就業假設：在就業方面假設為充分就業狀態，長期就業成長趨勢令為 1%

十四、勞動與工資調整：

(一) 比較靜態調整機制：

在 TAIGEM-III 模型中，對於勞動與工資之調節，首先，我們保留了 Orani-g 與靜態 TAIGEM 架構中之設定，假設生產者在追求成本極小化下，將在各項原始投入（勞動，資本與土地）間進行理性的選擇，並以 CES 函數來刻畫各投入間之替代行為。經過線性化推導可簡化為以下之標準式：

$$l_{(i)} = x_{(i)} - \sigma(w_{(i)} - p_{(i)}) \quad (2)$$

式中： $l_{(i)}$ 為勞動就業量變動率、 $w_{(i)}$ 為實質工資變動率、 $x_{(i)}$ 為產出水準變動率、 $p_{(i)}$ 為產品價格變動率。

式(2)可視為生產者對於勞動之引伸性需求函數。唯在模型中對於原始投入並未如同產品市場同時刻畫其勞動供給市場，我們僅以長、短期不同情境與封閉準則來設定勞動與工資調整機制：

- 1.短期情境：我們假設實質工資為外生決定，各項政策變動的衝擊對勞動市場的影響，將直接反映於勞動就業量的變動，亦即短期而言，勞動就業量為可充分調整的內生變數（未充份就業），而實質工資則具僵固性。
- 2.長期情境：在長期，勞動就業量為外生決定，隱含充分就業之假設，各項政策變動的衝擊對勞動供需的影響，將直接反映於工資的變動，亦即長期而言，工資為可充分調整的內生變數。

但是，依前述的長、短期情境，我們在勞動就業量與實質工資之間擇一做為內生變數。與實際勞動市場供需共同決定工資與就業量之機制有所差異，亦無法同時觀察出工資與就業量之變動。是以我們動態模型中增加新的實質工資調整機制。

(二) 動態勞動與工資調整機制：

吾人參考澳州 Monash 模型之勞動市場機制，假設各期的勞動市場存在一正斜率之勞動供給曲線，各期勞動市場均衡至均衡（充份就

業)。

若勞動市場均衡就業量超過每年勞動投入的增加量，則實質工資上漲；若勞動市場均衡就業量少於每年勞動投入的增加量，則實質工資下降。其決策過程如圖 2-5 所示。

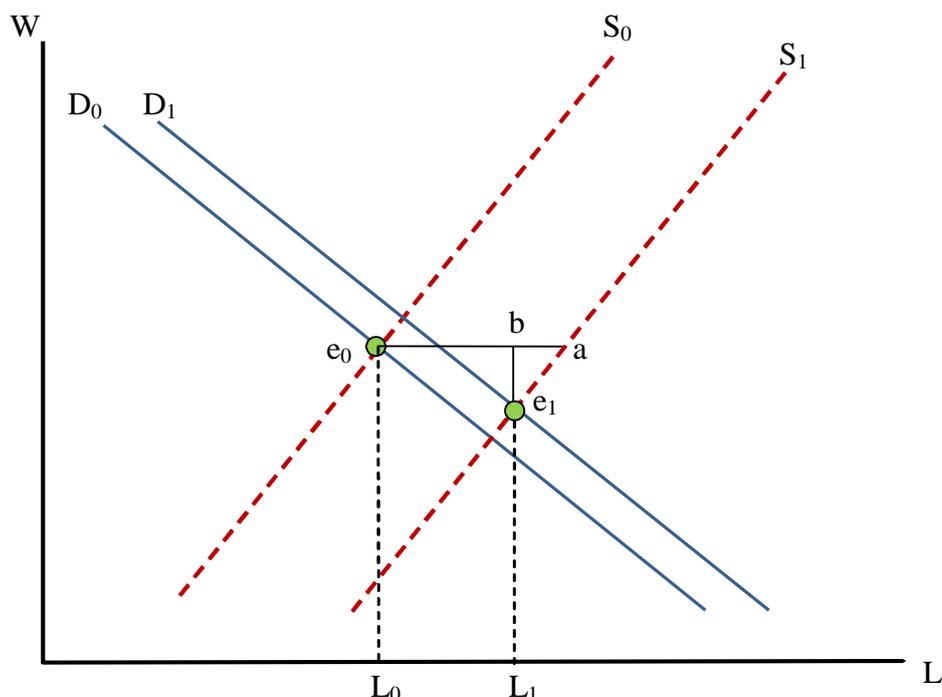


圖 2-5. 勞動市場均衡機制

在圖 2-5 中，勞動市場期初均衡於 e_0 點，在靜態模型中我們已推導得勞動需求曲線（設為 D_0 ，實線），我們假設在市場均衡點上存在一條正斜率之勞動供給曲線設為 S_0 （虛線，其斜率為 β ）及一條負斜率的勞動需求曲線（ D_1 ，實線）；同時令期末勞動投入將額外增加 $\overline{e_0a}$ 線段，使得供給線由 S_0 向由平移至 S_1 。若由模型我們解得期末之勞動均衡就業量為 L_1 ，則實際勞動就業量將增加 $(L_1-L_0, \Delta L)$ ，亦即為 $\overline{e_0b}$ 線段，則由圖 2-5 我們觀察知 $\overline{e_0b} < \overline{e_0a}$ ，實質工資率下降 $\overline{be_1}$ (ΔW)。因此，我們可以將就業量與工資的關係簡單整理如下：

$$\begin{aligned} \overline{be_1} &= \beta \times -\overline{ab} \\ &= \beta \times (\overline{e_0b} - \overline{e_0a}) \end{aligned} \quad (3)$$

若進一步將其整理為模型變數，可得：

$$\Delta W = \beta \times (\Delta L - L_{shifter}) \quad (4)$$

式中： ΔW 表示為實質工資變動量 ($\Delta W = w \times W_0$)， ΔL 表示為均衡就業變動量 ($\Delta L = l \times L_0$)， β 與 $L_{shifter}$ 為外生變數，分別表示為勞動供給曲線之斜率與勞動投入增加量。

(三) BAU 情境設定：

基於前述，TAIGEM-III 模型可以選擇之勞動與工資調整機制有三種，現行 BAU 情境採以「動態勞動與工作調整機制」做為基準情境之設定，並假設每年勞動力 $shifter(L_{shifter})$ 外生固定成長 1%。

綜合上述說明，TAIGEM III 模型之基準情境可對應至表 2-31。

表 2-31. TAIGEM-III 模型之基準情境

措施	TAIGEM-III 基準情境
1. 總體經濟	
1.1 GDP 成長率	2006 年起，GDP 成長率由模型內生求解。
1.2 家庭戶數	外生決定，1999-2005 年之歷史實際值資料來源為內政部「內政統計年報」與主計處「中華民國統計資訊網」。2006 年起之預測資料採用以 state space 及 ARIMA 等計量方法進行預測，並取二計量方法之結果平均值以更新本模型 2006-2030 年之基準情境外生衝擊值。
1.3 消費者物價指數	2006 年起之預測資料採用以 state space 及 ARIMA 等計量方法進行預測，並取二計量方法之結果平均值以更新本模型 2006-2030 年之基準情境外生衝擊值。
1.4 產業結構	產業結構演變內生決定。
1.5 總要素生產力	總要素生產力外生設定為 2.5%
1.6 勞動就業	在就業方面假設為充分就業狀態，長期就業成長趨勢令為 1%
2. 調整能源結構	
2.1 國際能源價格	資料來源： 1. 2005 年之燃料煤、原料煤以及液化天然氣為實績值，資料來源為能源統計月報。原油進口價格資料來源為海關進口統計月報。 2. 原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格與美國能源部 (AEO2006) 能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得。
2.2 能源消費量	1999-2005 進行能源消費量與能源平衡表之歷史校準。 2006-2030 言為模型內生求解。
3. 產業技術調整	
3.1 能源效率提升	能源使用效率提升 1.2%

措施	TAIGEM-III 基準情境
4.核能 4.1 核四機組 4.2 核四投資成本 4.3 核能機組除役	核四於 2010 與 2011 年分別各加 1 機組 政府在進行核能投資時，會排擠掉其他部門的政府公共投資，因此考慮核四投資所造成的六年(2004 年-2009 年)排擠效果。 a. 核一廠分別於 2018 與 2019 年各除役一機組、 b. 核二廠分別於 2021 與 2023 年各除役一機組、 c. 核三廠分別於 2024 與 2025 年各除役一機組。
5.社會會計矩陣	SAM 表架構參考楊子涵、蘇漢邦 (2002) 與蘇漢邦 (2005) 編製而成。
6. 產業校準	a. 國產煤(Coal)部門: 2000 年後退出市場(phase out) b. 運輸服務(Transport)部門: 依交通部實際資料校準產出成長率。 c. 依產業發展設定三大產業(農、工、商)之產業別之要素生產力(Total Factor Productivity, TFP)成長率： (1). 農業產業別 TFP 成長率下降 2.5%，與總要素生產力抵消，亦即表示農業在我國無要素生產力之提升。 (2). 商業產業別 TFP 成長率提升 0.5%，表示商業部門之要素生產力共提升 3.0%。 (3). 工業產業別 TFP 成長率零成長，表示工業部門之要素生產力維持在前述之 2.5%。

2.4.3 模擬情境說明

本節針對前述三種版本，考慮以下六種情境，分別進行影響評估：

- 一、陳委員版（舊版 CH1、新版 CH2）：按前述稅率開徵，稅收則統收統支。
- 二、王委員版：按前述稅率開徵，稅收則分為規劃用途（WA2，亦即按草案所定方式支用）和統收統支（WA1）兩種。
- 三、財政部版：按前述稅率開徵，稅收則分為統收統支（EY1）和規劃用途（EY2，亦即 65.8%用於抵減貨物稅，18.6%用於抵減綜所稅，15.6%則用於其他用途）兩種。

在上述情境下之稅收如表 2-32 所示，由此可歸納出幾點結果：

- （一）就起徵年至稅率調升終止年間的年平均稅收而言，以王委員版（WA2）為最多（3,894 億元），其次為陳委員先版（CH2，3,419

億元)，財政部版（EY2）則最少（1,948.32 億元）。

表 2-32. 各版本之能源稅稅稅收

單位：百萬元

年度	王委員版		財政部版		陳委員版	
	WA1	WA2	EY1	EY2	CH1	CH2
	統收統支	專款專用	統收統支	專款專用	統收統支	統收統支 (new)
2007					98752	0
2008	142,674	166,054			103950	89018
2009	189,605	228,620	97,141	97,477	175657	105946
2010	231,595	289,370	117,416	118,434	229867	165540
2011	272,733	354,152	144,185	145,181	282187	224927
2012	318,823	406,922	162,055	163,509	349088	285507
2013	367,330	479,193	180,837	183,290	422716	352270
2014	420,713	555,449	200,471	203,935	500366	422727
2015	467,405	635,709	223,285	225,061	581302	505464
2016	480,783	656,141	251,293	252,413	599542	590197
2017	494,702	677,500	273,605	275,066	618577	677630
2018	509,134	703,740	283,073	283,958	641453	704408
2019	524,120	731,453	293,074	293,326	665543	732249
2020	539,473	756,967	302,893	302,354	688039	757738
2021	554,403	790,416	314,093	312,800	716582	790993
2022	569,939	826,452	325,945	323,788	747237	826840
2023	585,882	856,575	336,885	333,610	773442	856958
2024	601,879	900,032	350,194	345,937	809956	900243
2025	618,556	946,351	364,213	358,832	848823	946441
2026	635,875	981,204	376,412	369,573	879109	981381
2027	653,122	1,015,238	388,466	380,110	908835	1015462
2028	670,609	1,049,153	400,568	390,595	938550	1049409
2029	688,505	1,083,451	412,855	401,141	968647	1083733
2030	706,899	1,118,396	425,405	411,814	999327	1118701
期間	2008-2015		2009-2018		2007-2016	2008-2017
年平均	301,360	389,434	193,336	194,832	334,343	341,922
期間	2008-2030		2009-2030		2007-2030	2008-2030
年平均	488,903	704,719	282,926	280,555	606,148	660,164

(二) 能源稅稅收如納入一般稅收而統收統支，則年均稅收將低於指

定用途（專款專用）。以王委員版為例，在「統收統支」與「指定用途」下之年平均稅收分別為 3,013.6 億元及 3,894.34 億元。

(三) 年均稅收將隨時間經過而增加，即便是在稅率停止調升之後，亦復如此；這是因為能源需求仍將隨時間經過而成長。

(四) 陳委員新版的稅收略高於舊版，但在初期（2016 年之前）則較少。

各部門所承擔的能源稅有顯著差異。由圖 2-6 可以看出，貿易運輸部門、公用事業部門、以及家計部門將承擔較多的稅賦，其於 WA2 的負擔稅額，遠高於 EY2。

此外，由圖 2-7 可知，各版本之能源稅稅收淨額（亦即能源稅稅收與原有貨物稅稅收之差額）亦將隨時間經過而增加，其中以財政部版的淨額最小。

由表 2-33 可知，各能源產品在不同版本下所承擔的能源稅亦不盡相同。其中汽油在任何版本下，都是最大宗的稅收來源；其次為柴油及煤。財政部版的煤、天然氣、航空用油、及液化石油氣等油品的稅賦，明顯低於兩位委員的倡議。

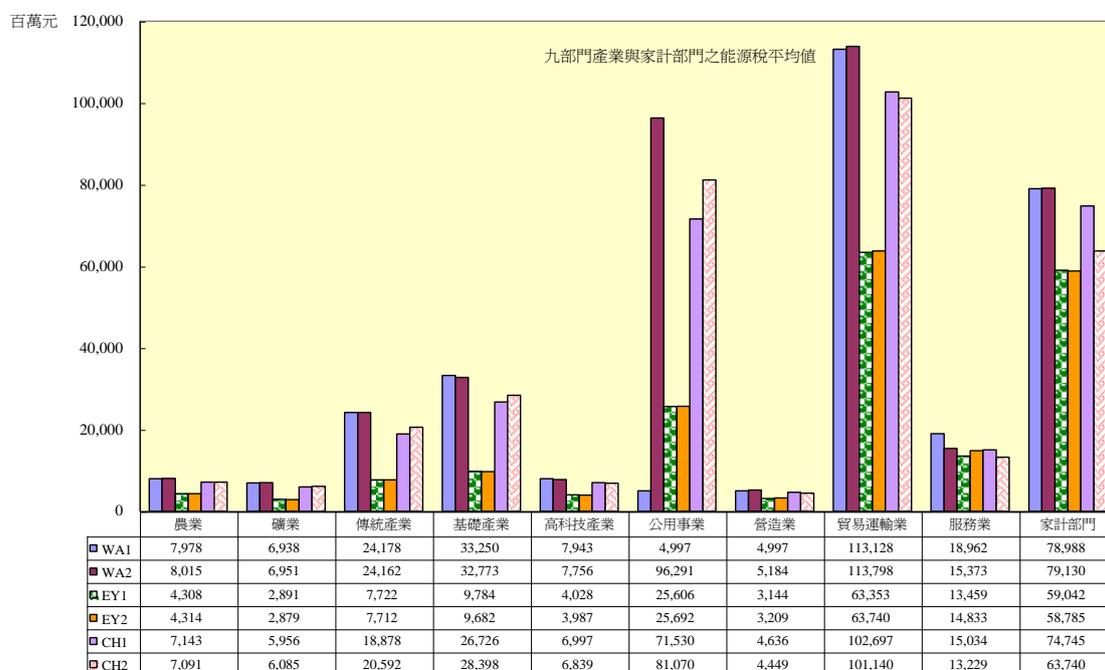


圖 2-6. 各部門負擔之能源稅

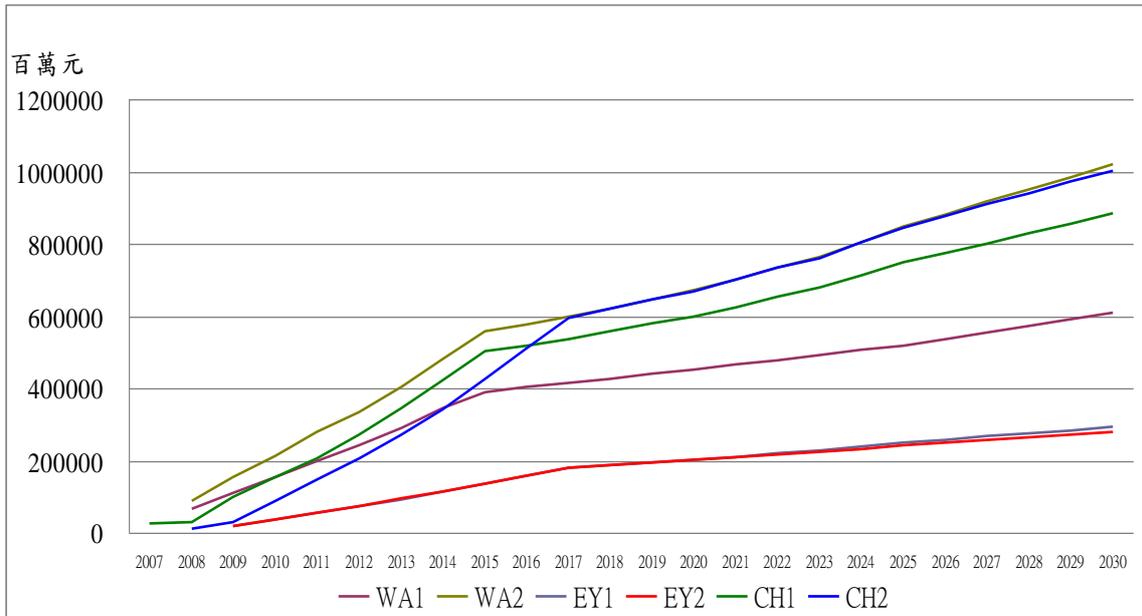


圖 2-7. 各版本之能源稅稅收淨額

表 2-33. 各能源產品所負擔之年均能源稅

單位：百萬元

期間	版本	煤	天然氣	汽油	柴油	航空用油	燃料油	煤油	液化石油氣
2008-2015	WA1	43,841	42,912	164,948	80,693	3,837	45,030	200	11,033
	WA2	43,783	42,762	161,310	81,209	3,846	200	200	11,235
2009-2018	EY1	15,037	5,121	120,127	46,169	455	5,257	136	1,035
	EY2	15,092	5,118	121,431	46,303	457	5,247	135	1,049
2007-2016	CH1	36,158	40,784	153,063	73,371	3,958	42,629	118	11,240
2008-2017	CH2	36,349	34,733	144,900	73,801	3,007	38,218	159	10,755

2.4.4 評估結果分析

本節應用 TAIGEM-III 評估各版本之影響，茲將結果比較說明如下。

一、對 GDP 的影響

為了深入觀察比較開徵能源稅在兩種運用情境下對 GDP 的影響，吾人考慮了四種影響指標，亦即：GDP 成長率²³、GDP 降幅、人

²³ 以 GDP 成長率的變動來衡量課稅之經濟衝擊時，有時會產生誤導的現象，這是因為經濟成長率係代表後期 GDP 變動量相對於前一期 GDP 之變動率，如果在前一期的衝擊較高，後一期的成長率可能因此較大，故相對於基線成長率便可能較小，因而導致衝擊較小的錯誤解讀。

均 GDP 損失額、以及 GDP 損失率。圖 2-8 表明各能源稅版本對 GDP 長率之影響的情況，圖 2-9 與圖 2-10 分別表明 GDP 損失總額與 GDP 損失率的情況。由此可歸納出以下結論：

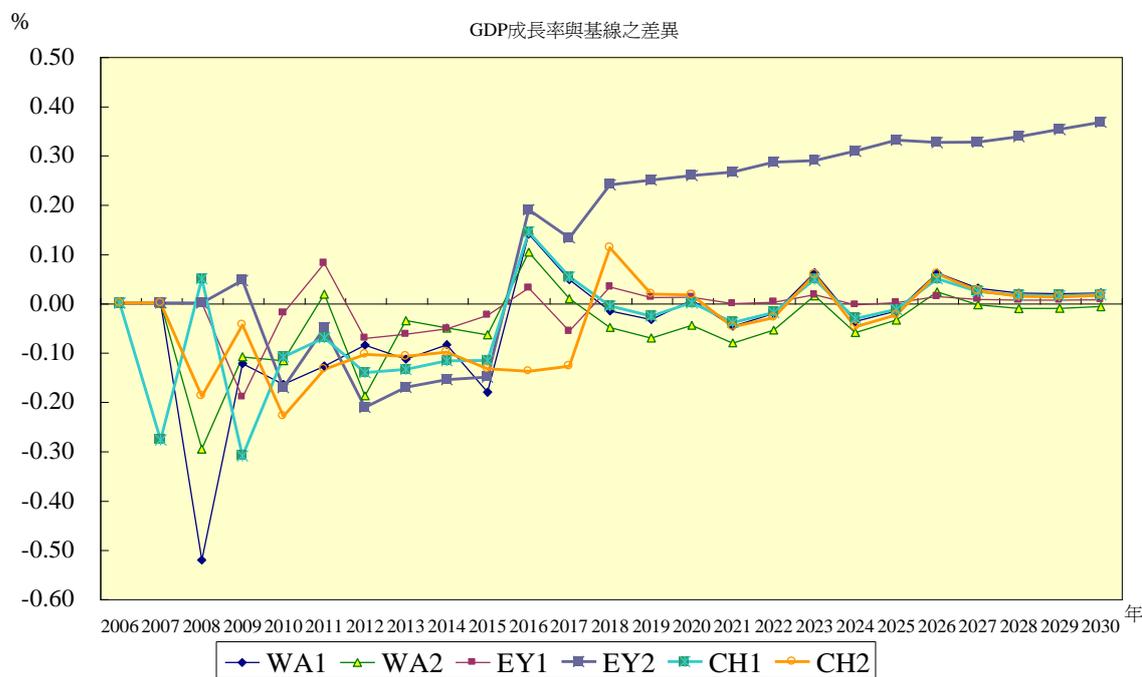


圖 2-8. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率的影響

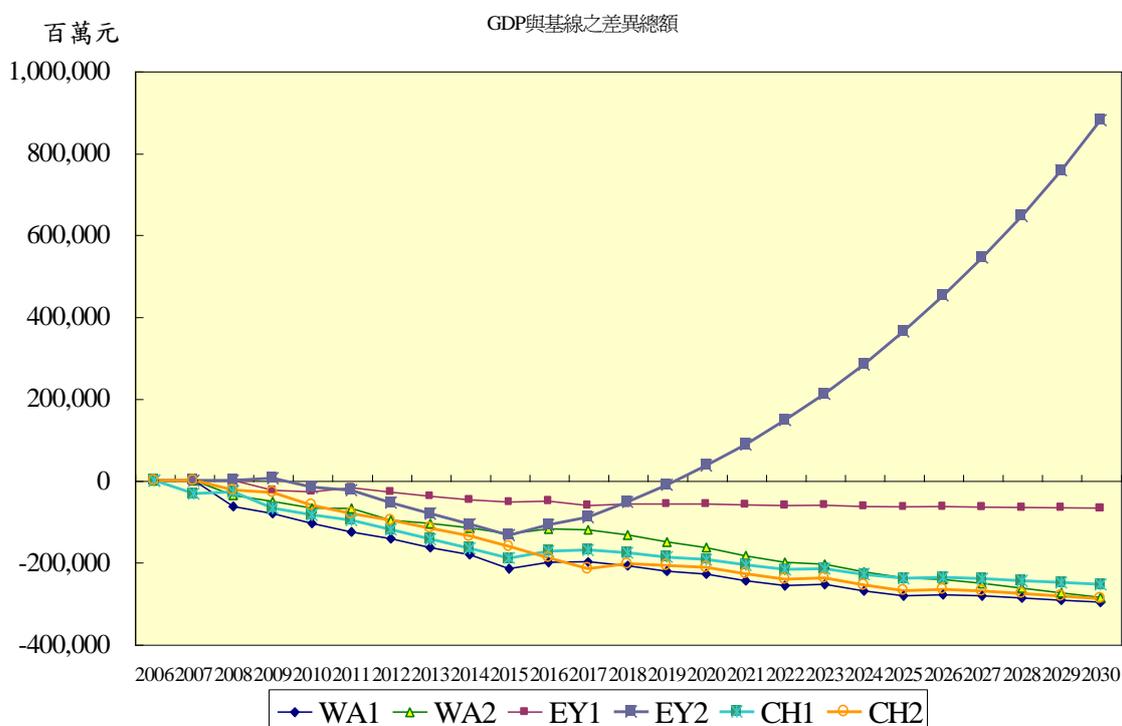


圖 2-9. 開徵能源稅的 GDP 損失總額

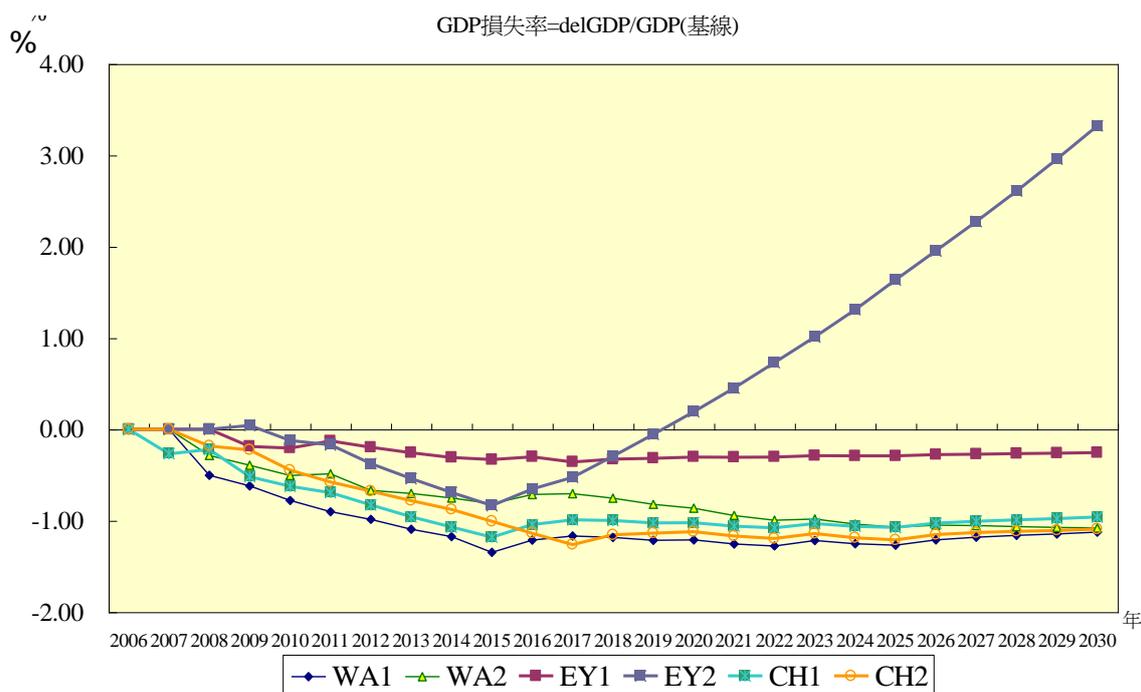


圖 2-10. 開徵能源稅的 GDP 損失率

(一) 對 GDP 成長率的影響：

能源稅開徵對 GDP 成長率的影響分別如表 2-34 所示。由此可知，在能源稅開徵當年，除 EY2 之外，大都對 GDP 成長率造成負面衝擊，其中以 WA1 最大（約為 -0.52%），財政部版的衝擊則較小，而 EY2 反而出現正面影響。此外，各方案對 GDP 成長率的衝擊均將隨時間經過而逐漸減緩，但在稅率停止逐年調漲之後，GDP 成長率將轉負為正。因此，若將觀察期間延後（例如至 2030 年），各方案對 GDP 成長率的衝擊將較短期內的衝擊為小。

表 2-34. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率的影響

情境	開徵當年	至稅率停止調漲前之年平均值	至 2030 年之年平均值
WA1	-0.521	-0.175	-0.051
WA2	-0.296	-0.106	-0.049
EY1	-0.192	-0.034	-0.012
EY2	0.046	-0.030	0.154
CH1	-0.278	-0.109	-0.042
CH2	-0.189	-0.131	-0.049

(二) 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率：

在各版本下之 GDP 損失總額及 GDP 損失率如表 2-35 所示。從 GDP 損失總額的角度而言，在開徵當年，除情境 EY2 之外，其他情境的衝擊都是負面的，而且均隨時間經過而擴大，其中以陳委員版的降幅最大。

表 2-35. 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率

情境	影響指標	開徵當年	至稅率停止調漲前之年平均值	至 2030 年之年平均值
WA1	GDP 降幅(十億元)	-63	-134.469	-212.314
	GDP 損失率(%)	-0.502	-0.925	-1.108
WA2	GDP 降幅(十億元)	-36	-83.690	-161.923
	GDP 損失率(%)	-0.285	-0.575	-0.818
EY1	GDP 降幅(十億元)	-24.03	-40.452	-52.570
	GDP 損失率(%)	-0.185	-0.259	-0.274
EY2	GDP 降幅(十億元)	5.72	-65.794	170.041
	GDP 損失率(%)	0.044	-0.415	0.648
CH1	GDP 降幅(十億元)	-32	-109.608	-173.211
	GDP 損失率(%)	-0.3	-0.740	-0.904
CH2	GDP 降幅(十億元)	-23	-110.695	-189.027
	GDP 損失率(%)	-0.183	-0.717	-0.960

稅收用途若按各版本的規劃行之，其對實質 GDP 成長率所造成的衝擊，均比「統收統支」輕微。顯見精心規劃的稅收用途，有助於降低衝擊。例如，比較王委員新版與舊版的 GDP 損失率，可見新版確實減少了開徵初期的損失率（見圖 2-10）。此外，王委員規劃的稅收運用方式，也優於「統收統支」的支用方式。

「統收統支」在任何一年的 GDP 損失總額及 GDP 損失率都大於「規劃用途」的 GDP 損失總額（例如在開徵當年（2008），王委員版「統收統支」的 GDP 損失總額約為 630 億元，而「規劃用途」的 GDP 損失總額則為 360 億元，見表 2-35）。

（三）人均 GDP 損失額

1. 人均 GDP 損失額趨勢大致與 GDP 降幅相似，隨時間經過而擴大。
2. 在開徵當年，以 WA1 的損失額最大，WA2 次之，均高於 CH1 及 CH2（見表 2-36 與圖 2-11）。
3. 陳委員的新版，在初期確實優於舊版，費率停止調升前的期間內之平均損失則相去不遠。

4.EY1 的影響起伏較為平穩，EY2 則有較大波動，但在初期有些微的正面效果（每人 249 元）。

表 2-36. 開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響：各版本之比較
單位：元/人

情境	開徵當年	至稅率停止調漲前之年平均值	至 2030 年之年平均值
WA1	-2,739	-6,113	-9,172
WA2	-1,557	-3,772	-7,000
EY1	-1,043	-1,541	-2,270
EY2	249	-2,778	7,409
CH1	-1,410	-4,726	-7,483
CH2	-1,000	-4,765	-8,166

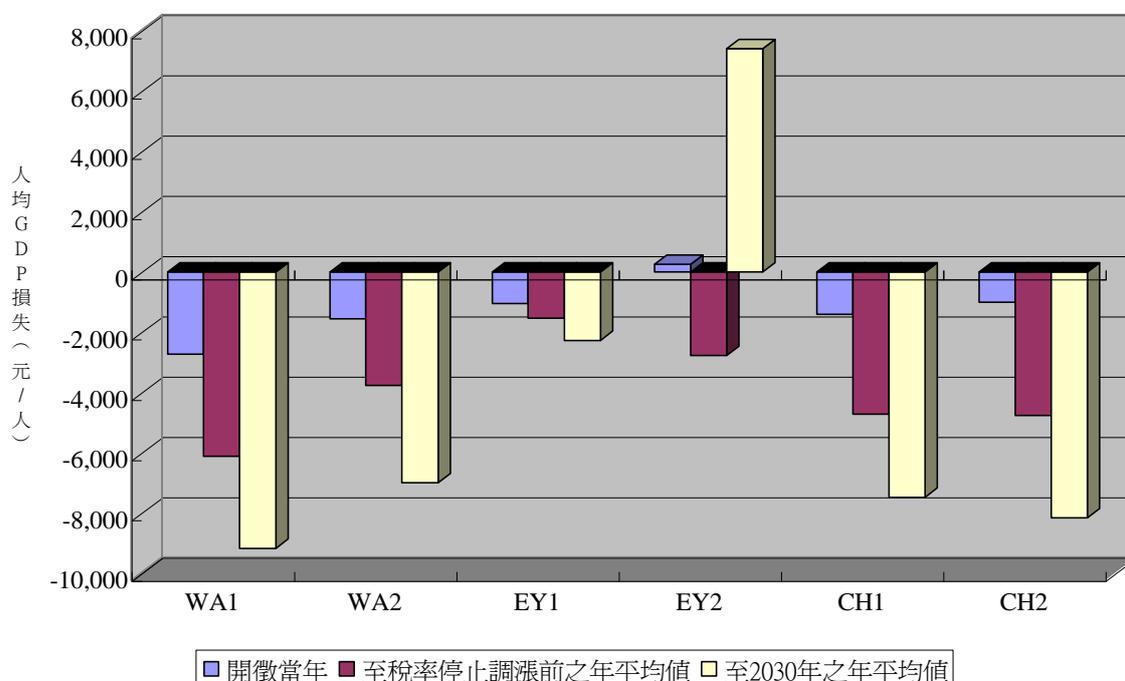


圖 2-11. 開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響：各版本之比較

由以上分析可知，現階段開徵能源稅，無論是陳委員版或王委員版，都將造成 GDP 的損失，表明第二重紅利難以成立。箇中原因有以下數端：(1) 稅率結構未臻合理；(2) 租稅交互效果超過稅收循環效果；(3) 能源結構調整不易；(4) 產業轉型不易；(5) 能源產品市場及要素市場（尤其是動市場）不完全競爭未能有效改善；(6) 再生能源未能有效取代化石能源；(7) 技術進步及創新不足。因此，要改善當下的問題，應針對上述問題痛下針砭，提出有效的對策。

二、對就業的影響

關於對就業的影響，吾人考慮了二種影響指標，亦即：就業率與就業人數。圖 2-12 與圖 2-13 分別為此二指標的時間趨勢。由此可歸納出以下結果：

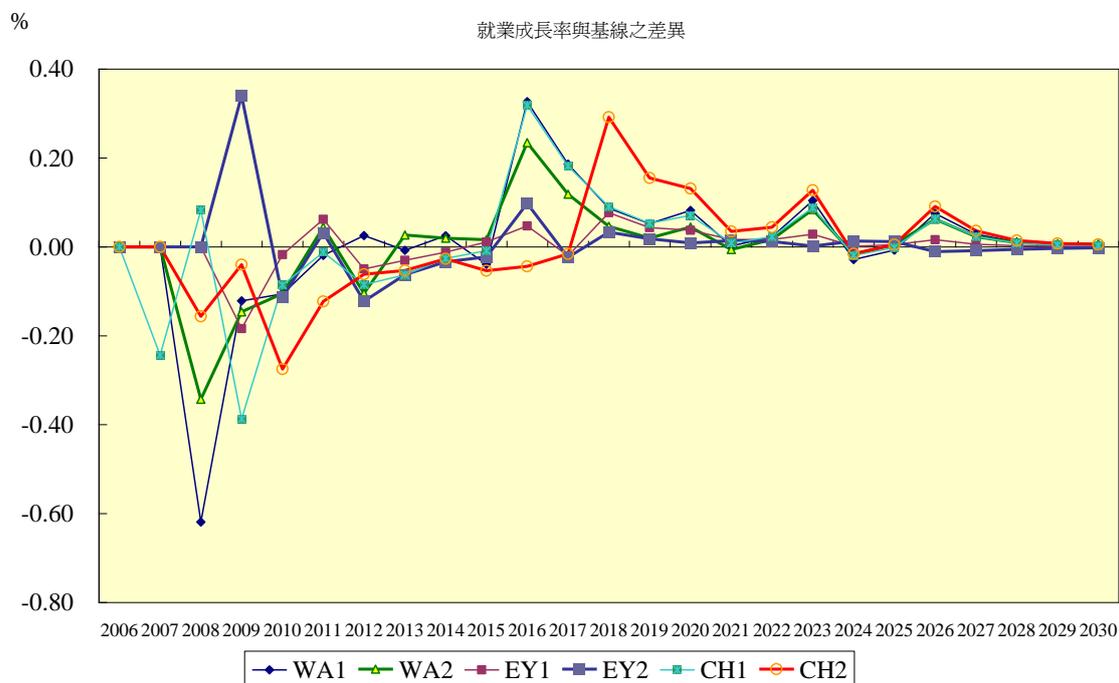


圖 2-12. 開徵能源稅對就業成長率的影響

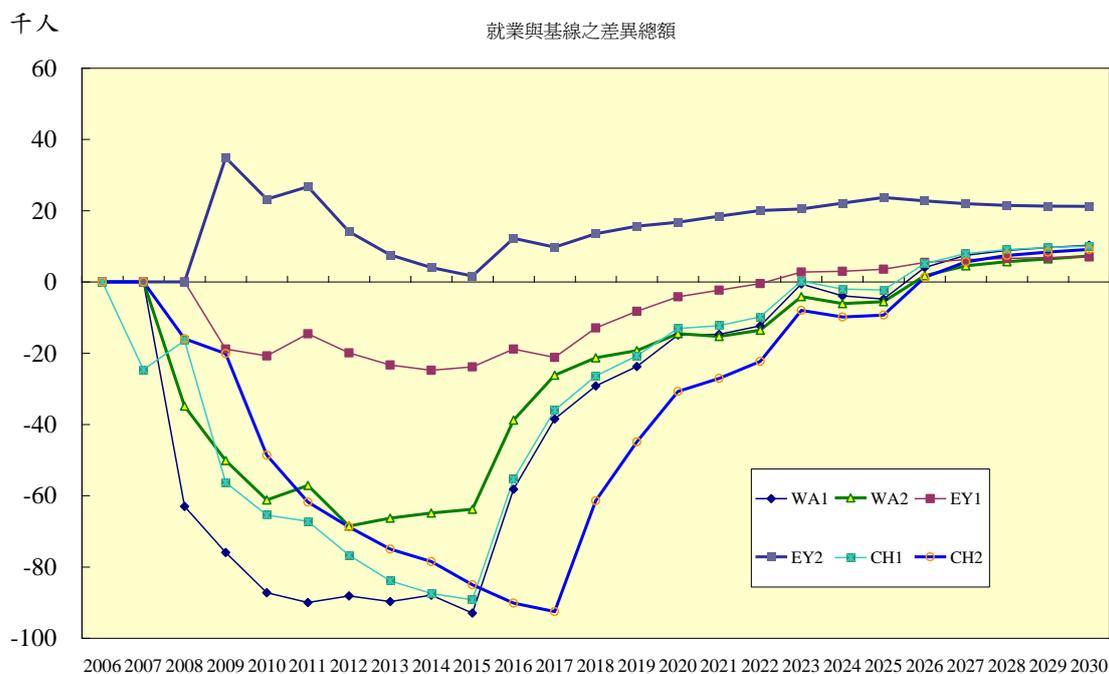


圖 2-13. 開徵能源稅對就業人數的影響

- (一) 除 EY2 之外，開徵初期，陳委員版與王委員版均將對就業成長率造成負面影響 (WA2 大於 CH2)，但隨時間經過則逐漸萎縮，且互有消長，但在長期下終將反負為正 (見圖 2-12 及表 2-37)。整體而言，CH2 對就業成長率的初期負面影響較 WA2 為小，後期則反是 (但在 2021 年後此二版本則已無顯著差異)，其中 WA2 的復原速度比 CH2 快一些，主要原因是 WA2 的稅收處置所產生的就業效果在後期較為顯著。
- (二) 對就業人數的影響而言，其趨勢與就業成長率大不相同，除 EY2 之外，其他各版都將減少就業人數。如圖 2-13 及表 2-37 所示，CH2 的初期降幅低於 WA2，後期則反是，二者在 2025 年後始克發揮正面貢獻，顯見此二版本預期藉由能源稅來增加就業人數的境界，並非一蹴可及。
- (三) EY2 之就業成長率在部分年間仍有負值出現，但因稅率較低，加上其稅收主要用於替代其他扭曲性租稅的就業效果較大，故有助於增加就業人數，且優於 WA2 及 CH2。由此可見，適當的稅率及稅收處置方式的重要性。

此外，在同一草案下，「統收統支」的衝擊均大於「規劃用途」的衝擊。以王委員版為例，在統收統支的情境下 (WA1)，其於開徵當年 (2008 年) 對就業率與就業量的衝擊分別為 -0.62% 及 -63,000 人；但在「規劃用途」的情境下 (WA2)，其於開徵當年對就業率與就業量的衝擊分別為 -0.34% 及 -35,000 人 (詳見表 2-37)。

表 2-37. 對就業成長率及就業人數的影響：各版本之比較

情境	影響指標	開徵當年	至稅率調升末 年之年平均值	至 2030 年之 年平均值
WA1	就業成長率效果(%)	-0.62	-0.108	0.004
	就業人數效果(千人)	-62.99	-84.35	-36.32
WA2	就業成長率效果(%)	-0.34	-0.074	0.003
	就業人數效果(千人)	-34.87	-58.36	-26.34
EY1	就業成長率效果(%)	-0.18	-0.012	0.003
	就業人數效果(千人)	-18.88	-19.91	-7.86
EY2	就業成長率效果(%)	0.340	0.014	0.008
	就業人數效果(千人)	34.86	14.77	17.89
CH1	就業成長率效果(%)	-0.24	-0.051	0.003
	就業人數效果(千人)	-24.65	-62.27	-29.30
CH2	就業成長率效果(%)	-0.16	-0.085	0.003
	就業人數效果(千人)	-15.93	-63.63	-35.56

由以上分析可知，在現有情境下，能源稅創造「第二重紅利」的潛力不如預期中的理想，此一結果與國外諸多文獻相符（例如 Bovenberg and Mooij, 1994；Goulder, 1995；Parry, 1995；Bovenberg and Goulder, 1996；Carraro, Galeotti and Gallo, 1996；Fullerton, 1997；Kahn and Farmer, 1999；Francesco and Carraro, 2001；Bjertnæs and Fæhn, 2004；Kohlhaas, 2004）²⁴。出現此種情況的主要原因如下：

- （一）能源稅所衍生的「租稅交互效果」（tax-interaction effect）（對 GDP 有負面影響）超過「收入循環效果」（revenue-recycling effect）（對 GDP 有正面影響）。前者之所以存在實肇因於能源稅本身對勞動供給也具有扭曲效果（因為能源稅會引起製造成本增加，進而影響物價與實質工資，勞動供給可能因此減少）。
- （二）能源產品市場非為完全競爭。一般而言，不完全競爭市場將不利於第二重紅利的產生（Kahn and Farmer, 1999；Francesco and Carraro, 2001）。此外，勞動市場的不完全競爭亦有以致之。
- （三）所擬能源稅稅率未臻理想，以致資源配置效率的改善空間受限。
- （四）以能源產品做為能源稅的稅基，對雙紅利的創造未必適切。一如 Baumol and Oates 早在 1988 年所指出的論點，課徵環境稅的理想稅基主體不應該是產量或要素投入量，而是造成外部成本的排污量。
- （五）能源稅收純屬所得的移轉（從民間轉移到政府），而政府在運用公共資金（public fund）的效率不及民間（尤其是執行成本可能要佔用稅收不小比例），此一能源稅的機會成本亦將降低「收入循環效果」。

三、對 CO₂ 排放的影響

關於兩種情境對 CO₂ 總排放量（含燃燒排放與製程排放）的減量效果如圖 2-14 所示，由此可見，開徵能源稅確實有助於 CO₂ 減量，其減量效果亦因情境而異；在 2025 年，總排放量以 WA2 為最低（504 百萬公噸），CH2 為 512 百萬公噸，EY2 為 521 百萬公噸。此外，陳委員新版的排放量低於舊版的排放量（524 百萬公噸）；而王委員版（WA2）的排放量亦低於 WA1 的排放量（511 百萬公噸）。

²⁴ 早期的部分文獻雖然支持「雙紅利效果假說」，但在理論架構及模型假設均有諸多不符實際之處，經過適當修正後，雙紅利假說的成立，已非理所當然的結果。

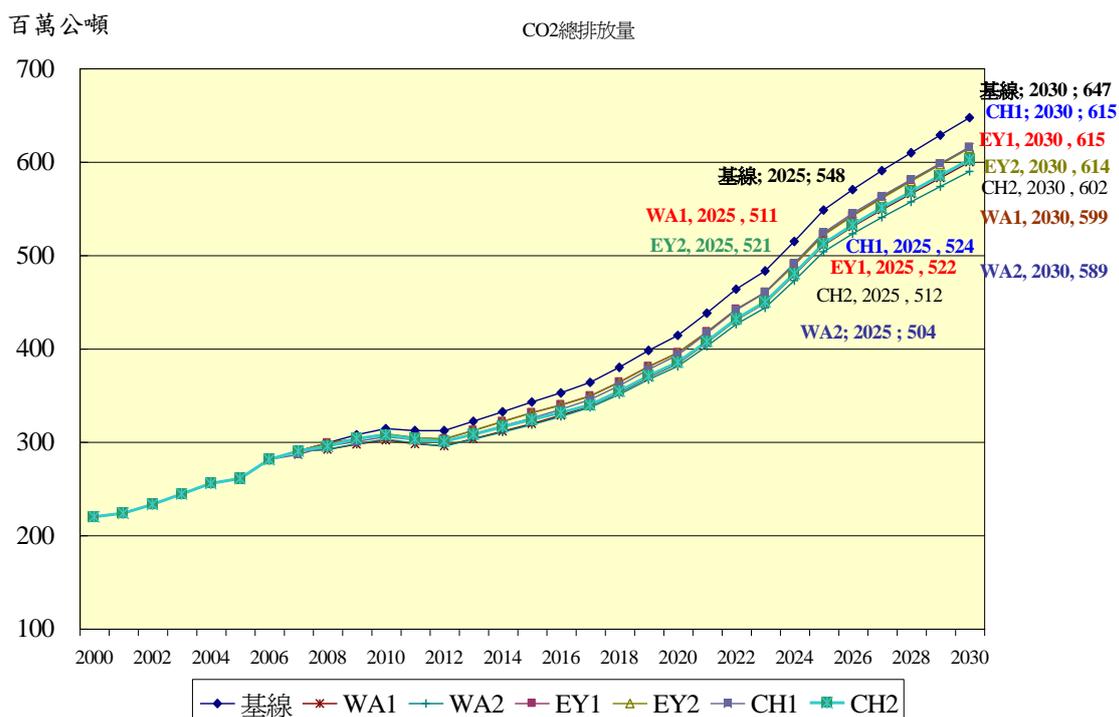


圖 2-14. 各情境下之 CO2 排放量

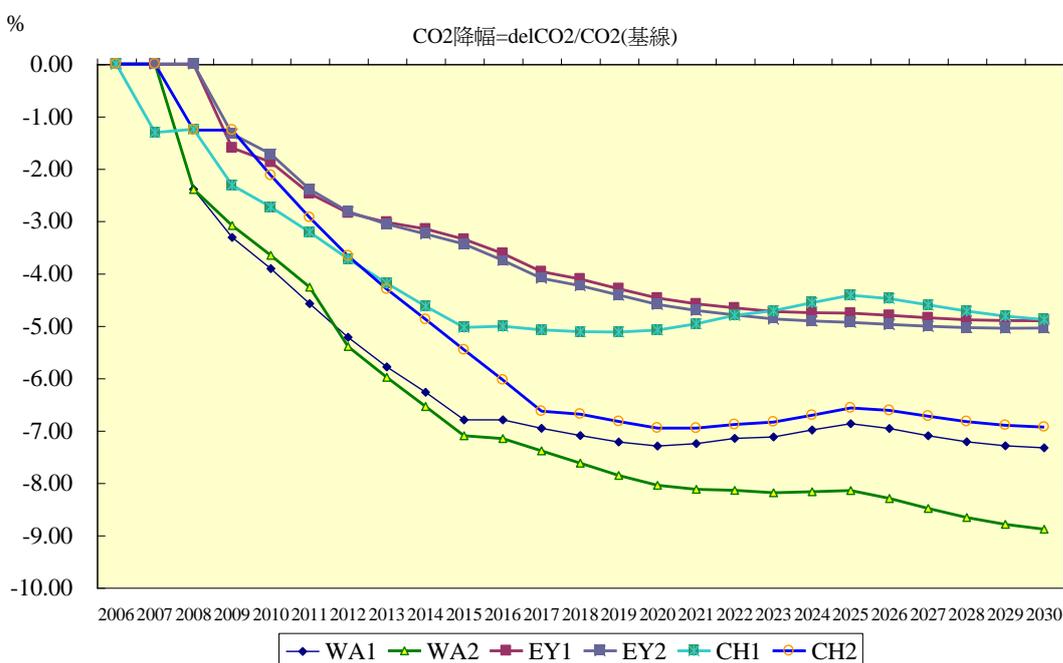


圖 2-15. 各情境下之 CO2 排放量趨勢

就各版本的 CO₂ 降幅而言，以 WA2 最為顯著，財政部版的降幅則最小，可見稅率高低在減量效果上仍具有重要職能。

在同一草案下，「規劃用途」的減量效果大於「統收統支」的減量效果（見圖 2-15）。以王委員版為例，其「統收統支」情境（WA1）與「規劃用途」（WA2）的排放量相對於基線排放量約各減少 38 百萬公噸與 45 百萬公噸；至 2030 年，「統收統支」與「規劃用途」的排放量相對於當年基線排放量約各減少 48 百萬公噸與 58 百萬公噸。由此可見，王委員版的「規劃用途」模式，相對於相同稅率下的「統收統支」模式，具有「雙紅利」優勢，亦即：一方面 GDP 損失率較低，在另一方面，CO₂ 減量效果也較大。

四、CO₂ 減量的總體經濟成本

各版本之 CO₂ 之單位減量成本各異其趣（見表 2-38 及圖 2-16）。開徵當年，單位減量成本以陳委員版（CH2）為最高，達 6,060 元/tCO₂，其次為王委員版（WA2，達 4,997 元/tCO₂），財政部版則具「無悔策略」的雛形。但至稅率調升末年之前，各版之減量成本均隨時間經過而增加，年均值仍以 CH2 為最高（達 8,307 元/tCO₂），EY2 次之（達 5,771 元/tCO₂），而 WA2 則為三者之末（達 5,401 元/tCO₂）。此外，在稅率停止繼續調升之後，減量成本將隨時間經過而逐漸降低。以財政部版為例，至 2030 年之平均值將轉為負值，隱含減量對整體社會而言，反將有利可圖。

在「統收統支」與「規劃用途」這兩種稅收運用情境下之單位 CO₂ 減量的總體經濟成本也有別；以王委員版為例，「規劃用途」（WA2）明顯低於「統收統支」（WA1），前者於 2008 至調升末年之平均值約為 5,401 元/tCO₂（且低於 CH1 及 CH2），而「統收統支」在同一期間則高達 8,650 元/tCO₂。

表 2-38. 開徵能源稅之減量成本：各版本之比較

單位：元/tCO₂

情境	開徵當年	至稅率調升末年之年平均值	至 2030 年之年平均值
WA1	8801	8684	7810
WA2	4997	5401	5134
EY1	4875	3992	3227
EY2	-1394	5771	-4292
CH1	8493	9707	9378
CH2	6060	8307	7684

資料來源：本研究應用 TAIGEM-III 推估結果。

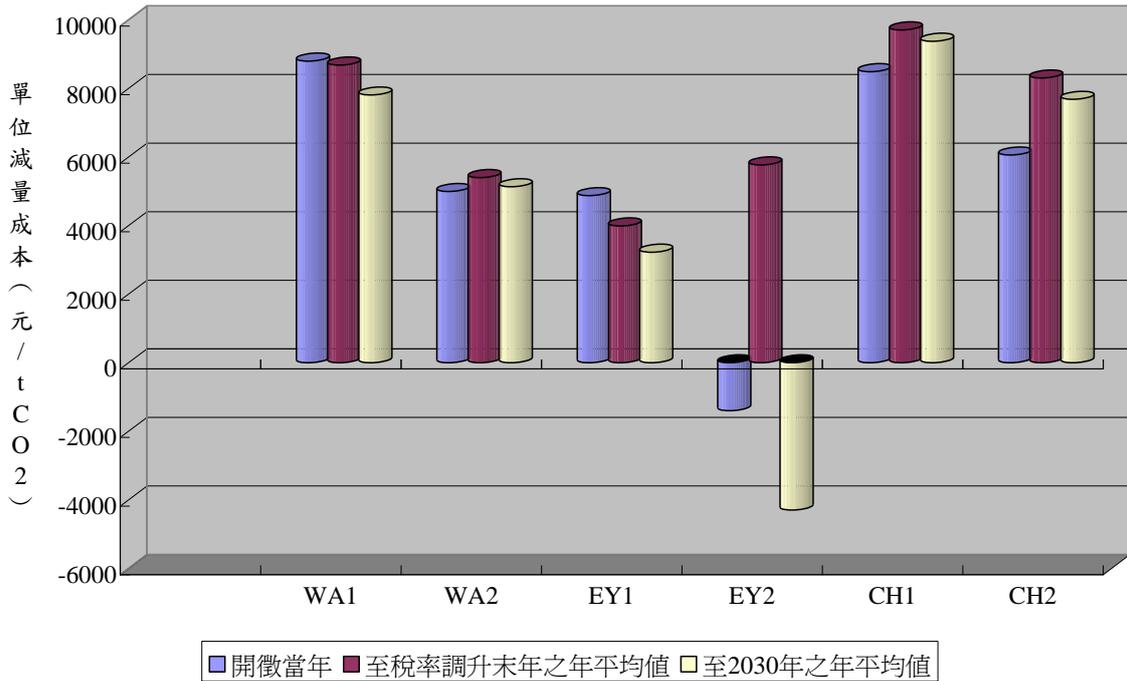


圖 2-16. 各情境之單位 CO₂ 減量的總體經濟成本比較

最後值須一提的是，就能源稅的 CO₂ 減量效果而言，其單位減量成本都將高於開徵碳稅的減量成本（EY2 除外）²⁵。就這一點來說，就排放量課稅的做法似優於就投入課稅（此與國外文獻的多數論點一致）。不過，碳稅仍具有許多政治及社會上的阻力，相對於能源稅的執行（行政）成本也可能較高。如果各項障礙得以排除，碳稅仍不失為具有成本有效性的政策工具。

2.5 考慮核能延役及二大投資下之能源稅情境影響評估

2.5.1 基準情境設定

TAIGEM-III 模型之基準情境設定如 2.4.2 節之設定，唯一不同的在於國際能源預測值的更新（見表 2-39）及消費者物價指數的內生求解。另外，本節的基線除了上述的更動外，也對歷史模擬做了重新的校準。其差異如所述（見表 2-40）：

²⁵ 關於 CO₂ 減量成本的評估，請見第三章。

表 2-39. 能源價格之實績與未來預測值再更新

	原油 US\$ ₂₀₀₆ /桶	燃料煤 US\$ ₂₀₀₆ /公噸	原料煤 US\$ ₂₀₀₆ /公噸	液化天然氣 US\$ ₂₀₀₆ /公噸
2005	49.01	57.24	98.26	395.80
2006	62.54	54.16	109.03	484.94
2007	60.37	55.14	106.39	495.71
2008	58.00	56.12	106.39	491.61
2009	55.12	57.10	106.39	452.35
2010	52.01	58.08	98.86	430.60
2011	49.17	57.74	96.35	399.37
2012	46.80	57.39	93.85	387.75
2013	45.24	57.04	91.34	376.15
2014	44.92	56.70	88.84	378.47
2015	45.13	56.35	86.33	374.11
2016	45.02	56.15	86.29	381.47
2017	45.97	55.94	86.26	396.05
2018	46.40	55.74	86.22	389.74
2019	47.01	55.54	86.18	385.44
2020	47.10	55.33	86.15	391.69
2021	47.72	55.63	86.10	391.54
2022	48.36	55.93	86.05	401.00
2023	49.68	56.23	85.99	410.26
2024	50.35	56.52	85.94	421.34
2025	51.02	56.82	85.89	420.89
2026	51.68	57.09	86.31	422.78
2027	52.15	57.36	86.73	428.78
2028	52.59	57.63	87.15	437.99
2029	53.04	57.89	87.57	444.25
2030	53.50	58.16	87.99	446.76
2005	49.01	57.24	98.26	395.80

說明：1. 2005 年與 2006 年之燃料煤、原料煤以及液化天然氣為實績值，資料來源為能源統計月報。原油進口價格資料來源為海關進口統計月報。

2. 原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格、國際能源總署(IEA)，以及美國能源部 (AEO2007) 能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得。

表 2-40. TAIGEM-III 基準情境之差異

措施	TAIGEM-III 基準情境	
	原基準情境	新基準情境
消費者物價指數	2006 年起之預測資料採用以 state space 及 ARIMA 等計量方法預測，並取二計量方法久結果平均值以更新本模型 2006-2030 之基準情境外生衝擊值。	消費者物價指數變化模型內生決定。

措施	TAIGEM-III 基準情境	
	原基準情境	新基準情境
國際能源價格	原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格、國際能源總署(IEA)，以及美國能源部(AEO2006)能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得	原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格、國際能源總署(IEA)，以及美國能源部(AEO2007，見表 2-39)能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得

2.5.2 模擬情境說明

本小節針對財政部版本進行影響評估，並且針對規劃用途（亦即 65.8%用於抵減貨物稅，18.6%用於抵減綜所稅，15.6%則用於其他用途）在二大投資下課徵能源稅之情形，並考慮核能正常除役與延役之情境（見下表）。前財政部部長林全建議版本為把政院 2012 年欲課徵之稅率提前至 2009 年開徵。

核電廠	無二大投資		有二大投資	
	不課能源稅	課徵能源稅	不課能源稅	課徵能源稅
核能正常除役	基線 ND	EY-ND	基線 IN-ND	IN-EY-ND
		LIN-ND		IN-LIN-ND
		WA-ND		
核能延役	基線 NE	EY-NE	基線 IN-NE	IN-EY-NE
		LIN-NE		IN-LIN-NE

上述情境下之稅收如下所示，吾人可歸納出幾點結果：

- (一) 就無二大投資且核能正常延役情境下，起徵年至稅率調升終止年間的年平均稅收而言，以情境 WA-ND 最高(427336 百萬元)，情境 EY-NE 最低(194679 百萬元)。在無二大投資且核能延役情境下，情境 LIN-NE 稅收最高（241534 百萬元）。
- (二) 就無二大投資而言，能源稅稅收依然是情境 WA-ND 最高，情境 EY-ND 最低（194679 百萬元）。
- (三) 就核能正常除役情境下，平均稅收以情境 WA-ND 最高，情境 IN-LIN-ND 次之（244888 百萬元），情境 EY-ND 最低（194745 百萬元）。

- (四) 就核能延役情境下，以情境 IN-LIN-NE 平均稅收最高 (244,376 百萬元)，情境 EY-NE 最低 (194,679 百萬元)。
- (五) 綜合(一)至(四)點，吾人可知核能延役將會使溫室氣體排放減低，故各產業負擔之能源稅將會較低，政府能源稅稅收將會降低。而二大投資將會增加溫室氣體的排放，故會使各產業負擔之能源稅增加。故吾人可知在無二大投資且核能延役(NE)中能源稅稅收將會較低，其中林全的版本(LIN-ND)能源稅之稅收又高於政院版(EY-LIN)。除了王委員外，在二大投資且核能又正常除役情境下，能源稅將會較高，其中林全委員版本(IN-LIN-ND, 244,888 百萬元)依然會高於政院版(IN-EY-ND, 197,764 百萬元)。一般而言，林全委員的版本稅收大於行政院版，原因在於林全委員版把 2012 年政院版之稅率提前在 2009 年開徵。
- (六) 年均稅收將隨時間經過而增加 (見表表 2-41)，即便是在稅率停止調升之後，也是相同的情形，這是因為能源需求仍將隨時間經過而成長。

表 2-41. 各情境下能源稅稅收

單位：百萬元

年度	EY-ND	EY-NE	IN-EY-ND	IN-EY-NE	LIN-ND	LIN-NE	IN-LIN-ND	IN-LIN-NE	WA-ND
2008									163231
2009	97917	97917	97917	97917	143218	143218	143218	143218	231083
2010	120444	120444	120542	120542	168926	168926	169061	169061	306890
2011	142666	142666	142785	142785	193306	193306	193467	193467	381249
2012	166443	166443	166584	166584	219569	219569	219759	219759	460972
2013	187923	187923	188088	188088	242845	242845	243066	243066	540008
2014	209878	209878	210069	210069	267444	267444	267698	266851	623151
2015	232618	232618	238487	238487	292960	292960	299368	298482	712100
2016	250692	250692	257619	257619	294695	294695	302227	301345	716987
2017	268395	268395	276330	276330	295556	295556	304060	303185	720440
2018	270474	269814	279216	278551	297579	296826	306954	305325	728915
2019	272552	271239	281996	280669	299617	298122	309742	307365	737641
2020	274534	273102	284593	283131	301498	299876	312269	309754	743830
2021	277621	274790	288187	285293	304700	301489	316008	311866	757228
2022	280898	276573	291873	287437	308103	303201	319842	313955	771393
2023	282903	278099	294151	289201	310071	304659	322086	315658	779965
2024	287318	280161	298831	291448	314743	306673	327036	317856	800049
2025	292067	282440	303807	293862	319771	308925	332303	320240	821990

2026	295201	284838	307077	296355	322914	311305	335572	322708	835514
2027	298419	287462	310411	299059	326134	313918	338896	325393	848892
2028	301587	290187	313682	301856	329290	316635	342140	328175	862078
2029	304739	293012	316936	304759	332421	319457	345360	331070	875500
2030	307869	295924	320173	307759	335523	322368	348558	334066	889289
期間	2009-2018		2009-2018		2009-2018		2009-2018		2008-2015
平均值	194745	194679	197764	197697	241610	241534	244888	244376	427336
期間	2009-2030		2009-2030		2009-2030		2009-2030		2008-2030
平均值	246507	242483	254062	249900	282767	278271	290850	285539	665582

資料來源：TAIGEM-III 預測。

由圖 2-16 可以看出各部門承擔之能源稅各不相同，家計部門、貿易運輸及公共部門將會負擔較多的稅賦。一般而言，在二大投資之情境下，能源稅稅收將會較高。除了礦業及家計部門，核能延役一般而言會使各能源產品負擔之能源稅降低，並且核能延役與否對各部門造成的稅賦差異並不大。圖 2-17 為林全委員及王委員之版本，與政院版本相同的為家計部門、貿易運輸及公共部依然負擔較多的稅賦，並且王委員版的情境 WA-ND 之稅收高於林全委員版所有的情境稅收，原因在於王委員版本之稅率較高（請參見表 2-20）。

由表 2-42 可知，各能源產品所負擔之能源稅也不盡相同。汽油依然是最大宗的稅收來源，其次為柴油及煤。同樣地，在核能延役情境下，各能源產品所負擔之能源稅將會較低。而在二大投資情境下，各能源產品負擔之能源稅會較高，吾人可知二大投資雖然可帶來所得增加，但二大投資增加溫室氣體排放，也造成了各產業及能源產品的能源稅增加。

圖 2-18 為各情境下之能源稅稅收淨額，各情境都隨時間的經過而增加，情境 WA-ND 最高，IN-LIN-ND 次之，其中以情境 EY-NE 最小。

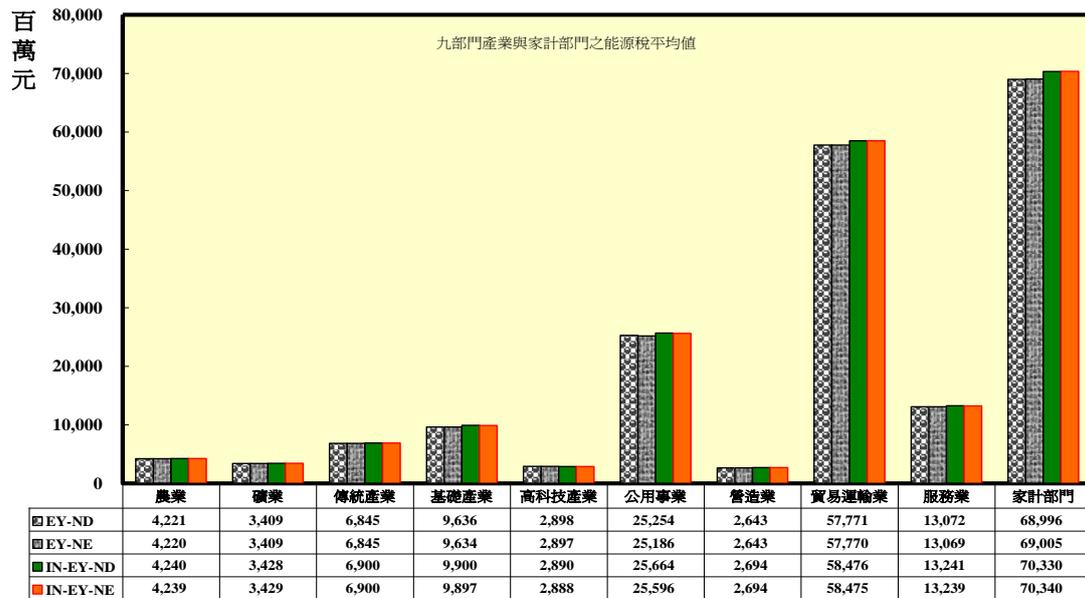


圖 2-17. 政院版下各部門負擔之能源稅平均值(2009-2018)

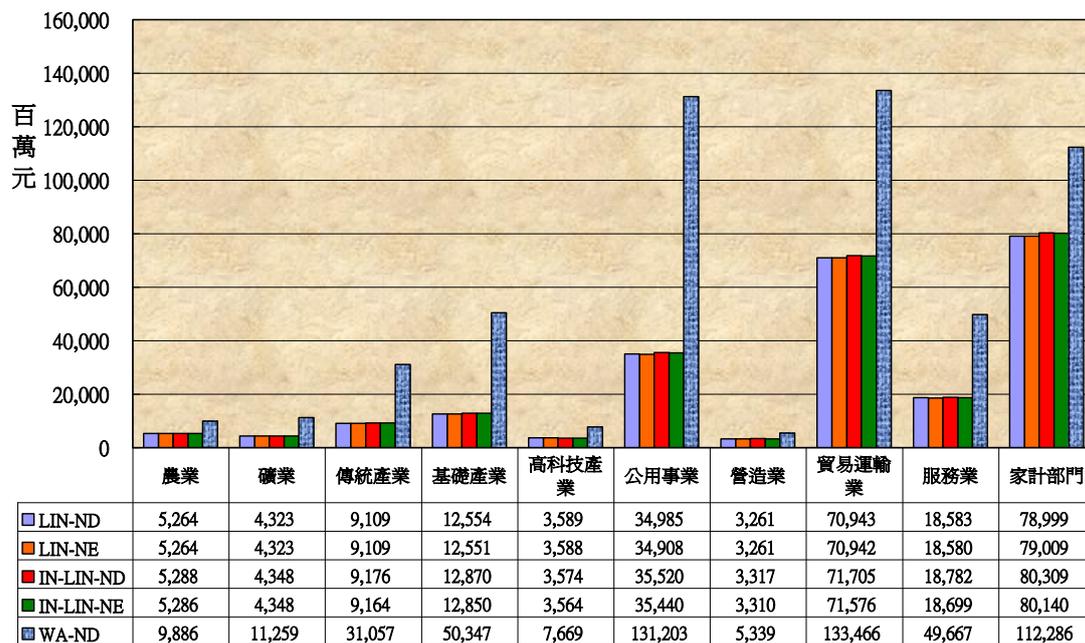


圖 2-18. 林委員版本下各部門負擔之能源稅平均值

表 2-42. 各能源產品所負擔之年均能源稅

單位：百萬元

期間	情境	煤	天然氣	汽油	柴油
2009-2018	EY-ND	13423	6297	119306	48714
	EY-NE	13392	6281	119309	48699
	IN-EY-ND	13636	6504	121194	49303
	IN-EY-NE	13605	6487	121196	49288
2009-2018	LIN-ND	19920	9252	142723	60753
	LIN-NE	19884	9233	142725	60737
	IN-LIN-ND	20211	9523	144575	61467
	IN-LIN-NE	20175	9504	144192	61449
2009-2015	WA-ND	40800	52137	211387	101703
2009-2030	EY-ND	22931	10189	139756	63546
	EY-NE	20753	9563	140021	62522
	IN-EY-ND	23652	10884	143901	65125
	IN-EY-NE	21403	10239	144180	64056
2009-2030	LIN-ND	28345	12604	157373	72782
	LIN-NE	25855	11888	157705	71675
	IN-LIN-ND	29256	13447	161382	74618
	IN-LIN-NE	26677	12708	161151	73463
2008-2030	WA-ND	81101	96840	242876	132229
期間	情境	航空用油	燃料油	煤油	液化石油氣
2009-2018	EY-ND	475	5234	116	1180
	EY-NE	475	5228	116	1180
	IN-EY-ND	479	5333	117	1197
	IN-EY-NE	479	5326	117	1197
2009-2018	LIN-ND	582	7007	141	1231
	LIN-NE	582	7000	141	1231
	IN-LIN-ND	588	7131	144	1249
	IN-LIN-NE	588	7123	144	1202
2008-2015	WA-ND	5002	57144	199	16736
2009-2030	EY-ND	586	8011	148	1341
	EY-NE	591	7542	146	1345
	IN-EY-ND	595	8378	153	1374
	IN-EY-NE	600	7893	151	1378
2009-2030	LIN-ND	666	9468	167	1362
	LIN-NE	672	8945	165	1366
	IN-LIN-ND	677	9899	173	1397
	IN-LIN-NE	683	9358	171	1327
2008-2030	WA-ND	6570	85970	255	19740

資料來源：TAIGEM-III 預測

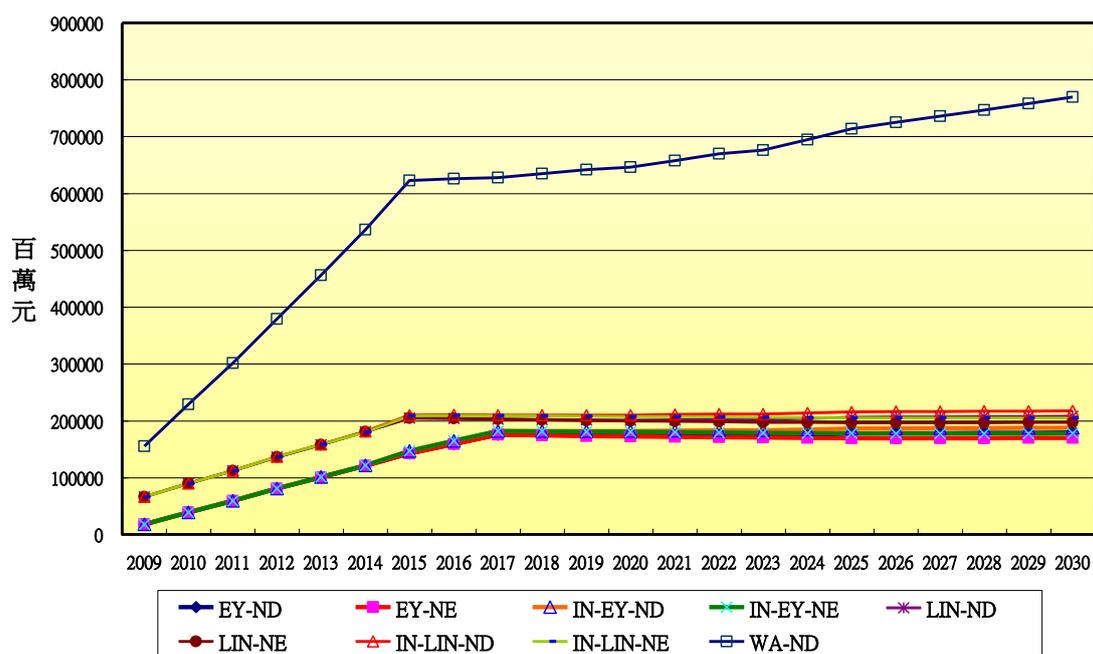


圖 2-19. 各情境之能源稅稅收淨額

2.5.3 評估結果分析

在各情境下，各項能源產品所負擔之能源稅如表 2-42 所示。茲將結果說明如下：

一、對 GDP 的影響

如 2.4.4 節所述，吾人亦考慮四種指標（GDP 成長率、GDP 降幅、人均 GDP 損失額、GDP 損失率）來觀察開徵能源稅對總體經濟之影響。圖 2-19 說明能源稅對 GDP 成長率影響之情形，圖 2-20 及圖 2-21 分別說明 GDP 損失總失總額及 GDP 損失率之情況。由此吾人可歸納以下結論：

（一）對 GDP 成長率之影響：

表 2-43 說明能源稅開徵對 GDP 的影響，吾人可知在開徵當年，政院版四種情境都是正面的影響，從第二年後開徵能源稅開始產生負面效果，隨著時間經過衝擊均會慢慢減少，其中情境 WA-ND (-0.329) 影響最大。若把觀察時間拉長，各情境下開徵能源稅對實質 GDP 的影響都將為正。

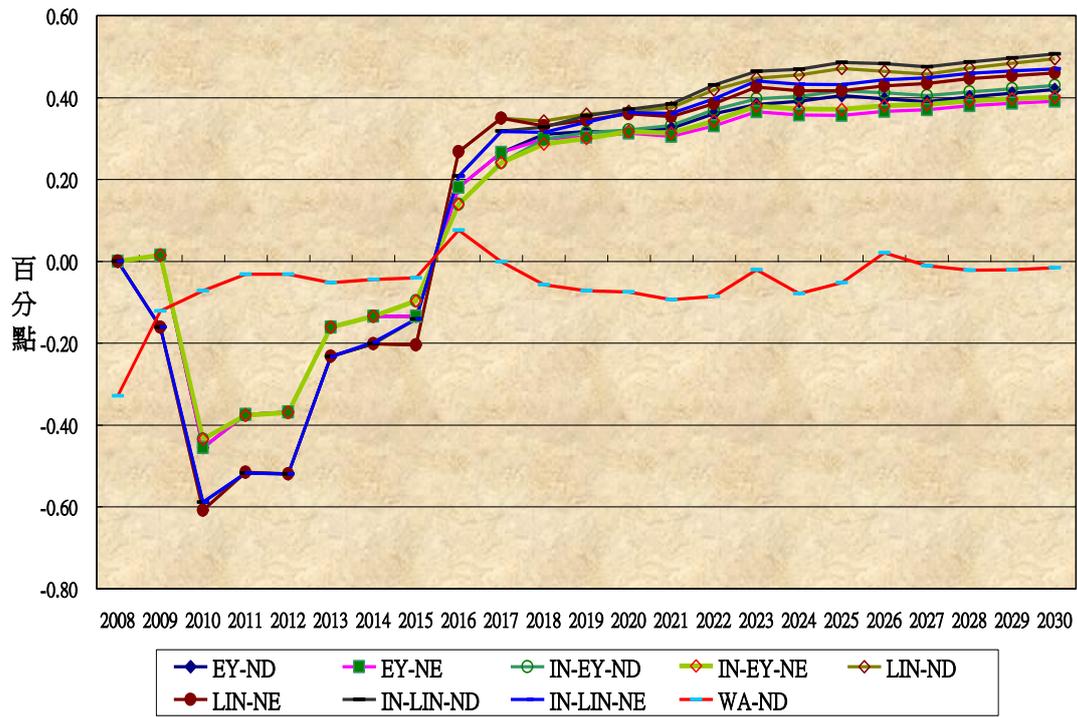


圖 2-20. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率之影響

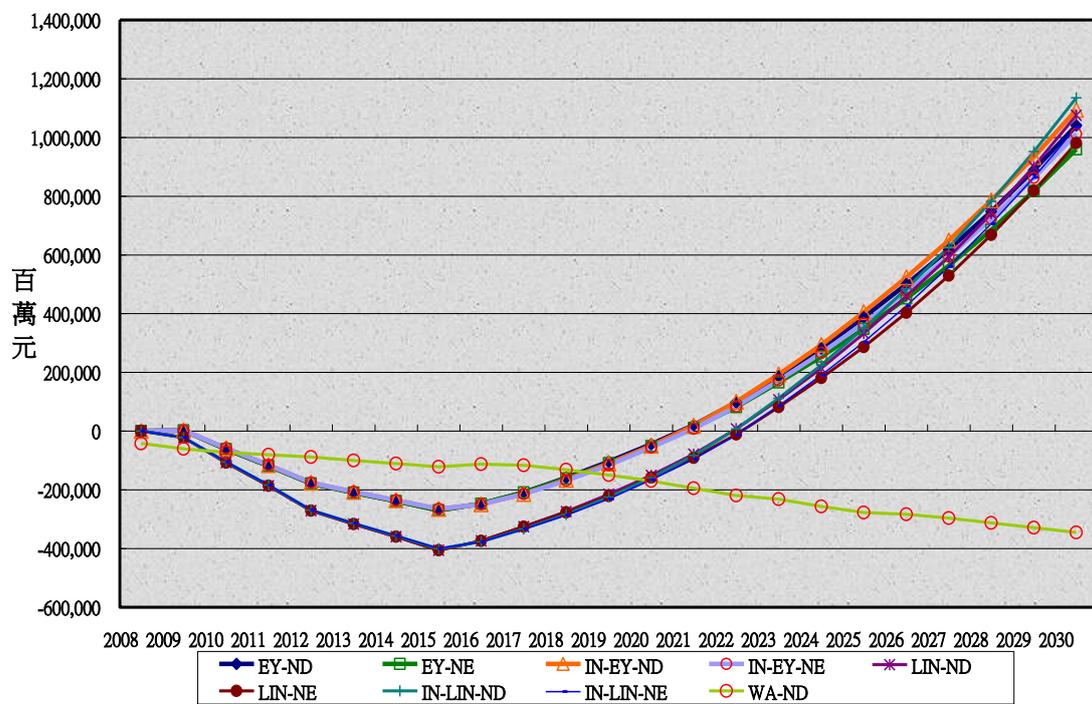


圖 2-21. 開徵能源稅之 GDP 損失總額

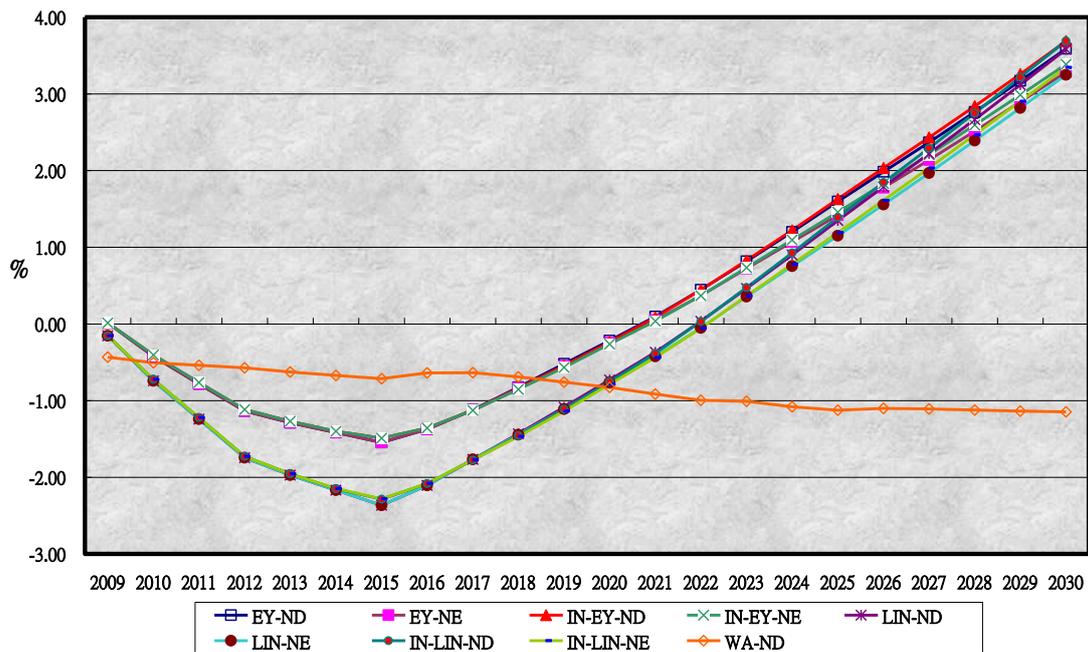


圖 2-22. 開徵能源稅之 GDP 損失率

表 2-43. 開徵能源稅對實質 GDP 成長率之影響

單位：百分點

情境	開徵當年	至稅率停止調漲前 之年平均值	至 2030 年之年平均 值
EY-ND	0.0141	-0.0860	0.1661
EY-NE	0.0141	-0.0871	0.1523
IN-EY-ND	0.0141	-0.0882	0.1705
IN-EY-NE	0.0141	-0.0893	0.1568
LIN-ND	-0.1616	-0.1485	0.1717
LIN-NE	-0.1616	-0.1497	0.1557
IN-LIN-ND	-0.1616	-0.1512	0.1769
IN-LIN-NE	-0.1616	-0.1523	0.1603
WA-ND	-0.3292	-0.0381	-0.0415

(二) 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率：

開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率如表 2-44 所示，開徵當年除了政院版之外，所有情境之 GDP 損失總額都是負的，其中以情境 WA-ND 降幅最大（-42.4 十億元），GDP 損失率也是情境以 WA-ND 最大（-0.31%），雖然政院版之 GDP 損失率在期初是正的，但從第二年就轉為負並且隨著時間影響加劇，但在稅率停止調漲後，

影響逐漸減小，至 2021 年 GDP 損失率轉為正向(如圖 2-21)。

除了情境 WA-ND 外，其餘情境之 GDP 損失總額在 2021 或 2022 年後轉為正值，且至 2030 之年平均值的 GDP 損失總額均為正值，情境 WA-ND 之 GDP 損失總額至 2030 年是還是為負，GDP 損失率亦然。

表 2-44. 開徵能源稅之 GDP 損失總額及 GDP 損失率

情境	影響指標	開徵當年	至稅率停止調漲前 之年平均值	至 2030 年之年平 均值
EY-ND	GDP 降幅(十億元)	1.8955	-168.9450	133.2069
	GDP 損失率(%)	0.0136	-0.9899	0.3360
EY-NE	GDP 降幅(十億元)	1.8955	-169.1829	112.9210
	GDP 損失率(%)	0.0136	-0.9911	0.2512
IN-EY-ND	GDP 降幅(十億元)	1.8955	-168.5102	143.1457
	GDP 損失率(%)	0.0136	-0.9762	0.3597
IN-EY-NE	GDP 降幅(十億元)	1.8955	-168.7507	122.8951
	GDP 損失率(%)	0.0136	-0.9773	0.2769
LIN-ND	GDP 降幅(十億元)	-21.7146	-264.2872	61.0130
	GDP 損失率(%)	-0.1553	-1.5697	-0.0804
LIN-NE	GDP 降幅(十億元)	-21.7146	-264.5456	37.3431
	GDP 損失率(%)	-0.1553	-1.5708	-0.1737
IN-LIN-ND	GDP 降幅(十億元)	-21.7146	-264.5129	71.0298
	GDP 損失率(%)	-0.1553	-1.5537	-0.0532
IN-LIN-NE	GDP 降幅(十億元)	-21.7146	-264.5814	46.2202
	GDP 損失率(%)	-0.1553	-1.5537	-0.1485
WA-ND	GDP 降幅(十億元)	-42.4383	-99.5551	-184.5875
	GDP 損失率(%)	-0.3159	-0.6032	-0.8352

(三) 人均 GDP 損失額

除政院版外，開徵能源稅對實質人均 GDP 在期初時都為負（見表 2-45），以情境 WA-ND 影響最大（-1846.91 元/人），且隨著時間經過人均 GDP 的影響擴大，而至期末平均值均為正值(除了情境 WA-ND)，吾人可知從稅率停止調漲後，人均 GDP 損失額逐漸由負轉正，反而有正向的效果。

表 2-45. 各情境下開徵能源稅對實質人均 GDP 的影響

單位：元/人

情境	開徵當年	至稅率停止調漲前 之年平均值	至 2030 年之年平均 值
EY-ND	82.29	-7267.88	5839.59
EY-NE	82.29	-7278.09	4958.09
IN-EY-ND	82.29	-7248.86	6272.82
IN-EY-NE	82.29	-7259.18	5392.80
LIN-ND	-942.64	-11370.47	2734.83
LIN-NE	-942.64	-11381.56	1706.26
IN-LIN-ND	-942.64	-11379.82	3172.06
IN-LIN-NE	-942.64	-11382.74	2093.84
WA-ND	-1846.91	-4286.24	-7983.54

二、對就業之影響

對於就業的影響，吾人亦考慮就業率及就業人數二項指標。由此歸納以下二點：

- (一)在開徵初期，除了情境 WA-ND 外，開徵能源稅對所有情境之就業成長率均先有正面效果，隨後才對所有情境造成負面影響。開徵初期以情境 WA-ND 影響最大 (-0.276%)，但隨著時間的經過終究會轉負為正(見圖 2-22 及表 2-46)，但情境 WA-ND 則是開徵初即為負向，隨著時間經才轉為正向，而政院版及林全版開徵初期都是先正向後才轉為負向，隨著時間經過皆轉為正向。一般而言，政院版 (EY) 期初之負向效果大於林全版(LIN)，但二種版本差異並不大。
- (二)除了情境 WA-ND，開徵能源稅對就業人數的影響始終為正面效果，從期初至期末都為正值，原因為能源稅稅收為指定用途且政院版及前財政部部長林全版本課徵的稅率較低，且其稅收用於抵減綜所稅、貨物稅及其他稅捐 (見表 2-23)，故反而使就業人數的增加 (見圖 2-23)。

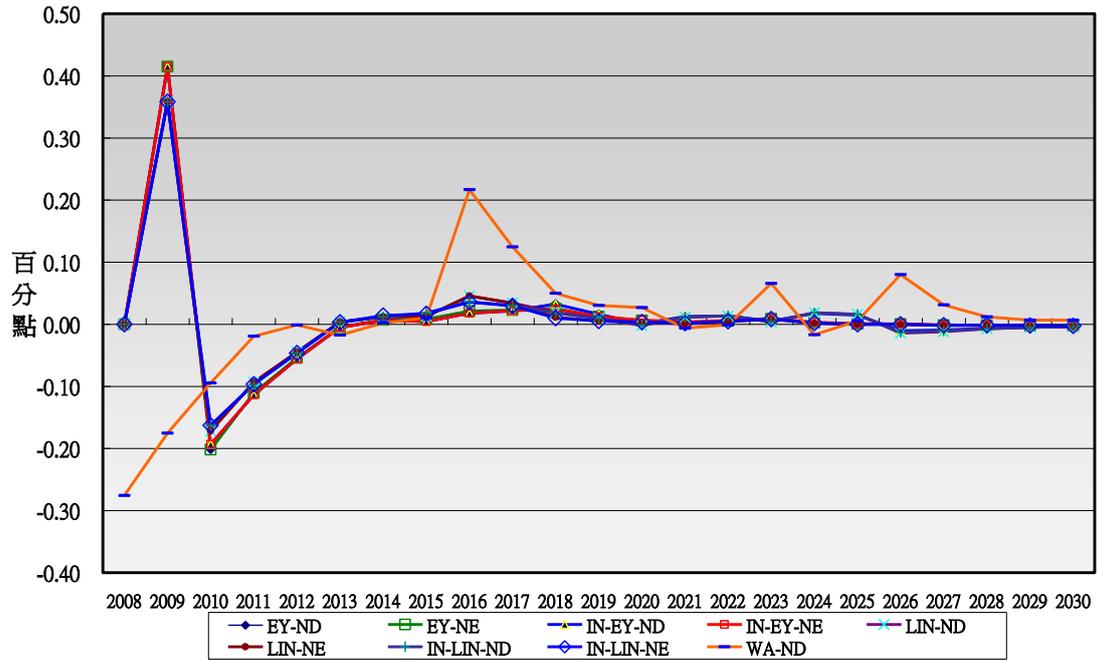


圖 2-23. 開徵能源稅對就業成長率之影響

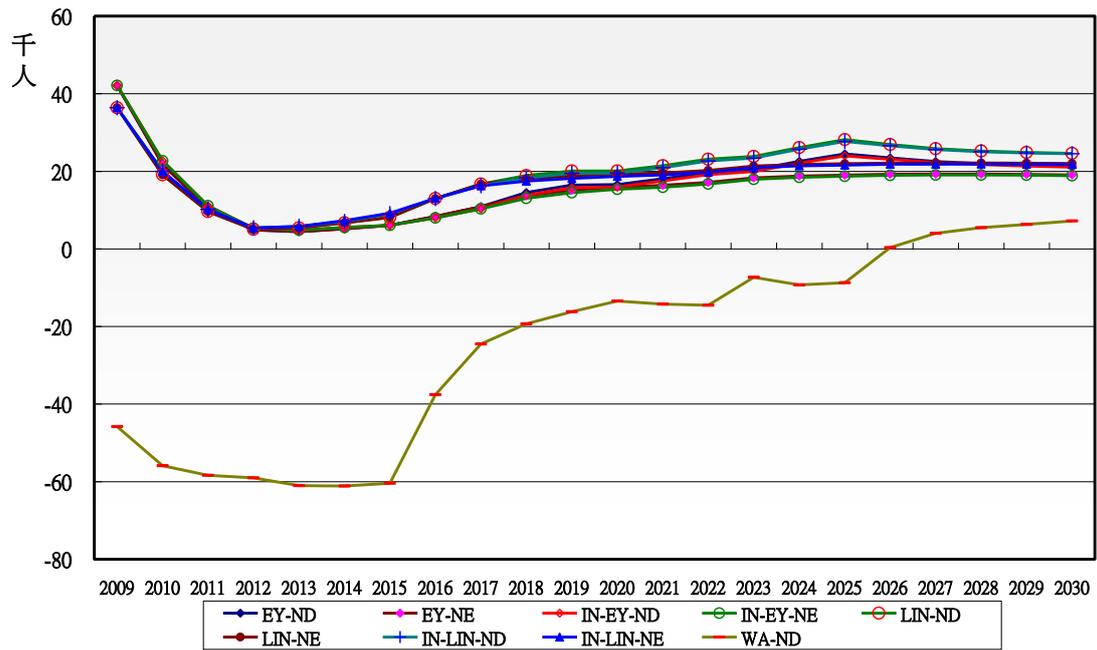


圖 2-24. 開徵能源稅對就業人數之影響

表 2-46. 對就業成長率及就業人數之影響

情境	影響指標	開徵當年	至稅率停止調漲前之年平均值	至 2030 年之年平均值
EY-ND	就業成長率效果(%)	0.415	0.014	0.008
	就業人數效果(千人)	42.094	12.871	17.154

EY-NE	就業成長率效果(%)	0.415	0.013	0.007
	就業人數效果(千人)	42.094	12.786	15.656
IN-EY-ND	就業成長率效果(%)	0.415	0.013	0.008
	就業人數效果(千人)	42.094	12.969	16.966
IN-EY-NE	就業成長率效果(%)	0.415	0.012	0.007
	就業人數效果(千人)	42.094	12.885	15.508
LIN-ND	就業成長率效果(%)	0.358	0.018	0.009
	就業人數效果(千人)	36.354	13.893	19.503
LIN-NE	就業成長率效果(%)	0.358	0.017	0.008
	就業人數效果(千人)	36.354	13.809	17.788
IN-LIN-ND	就業成長率效果(%)	0.358	0.017	0.009
	就業人數效果(千人)	36.354	14.136	19.414
IN-LIN-NE	就業成長率效果(%)	0.358	0.016	0.008
	就業人數效果(千人)	36.354	14.088	17.695
WA-ND	就業成長率效果(%)	-0.276	0.010	0.015
	就業人數效果(千人)	-27.841	-48.321	-24.851

三、對 CO₂ 排放之影響

圖 2-24 及圖 2-25 分別說明開徵能源稅後 CO₂ 之總排放量及排放量降幅，由此可知，吾人可以清楚地了解開徵能源稅有助於 CO₂ 減量，在開徵初期，情境 WA-ND 之 CO₂ 總排放量最低，情境 LIN-NE 之 CO₂ 排放量次之，原因不難理解，王委員課徵的稅率較高，故排放量較低，但隨時間的增加王委員版本之 CO₂ 之總排放量漸增。且在核能延役及課徵能源稅下，CO₂ 排放會更加地減少。吾人也可以發現基線 IN-ND 在 2030 年時之 CO₂ 排放量最高(692 百萬公噸)，原因在於二大投資會增加 CO₂ 排放量，且核能正常除役亦會增加 CO₂ 排放量。

至於 CO₂ 排放量降幅，則以情境 WA-ND 為最顯著，情境 LIN-ND 次之，情境 IN-EY-NE 之 CO₂ 排放量降幅最小。

四、CO₂ 減量之總體經濟成本

在規劃用途設定下，除了政院版本外，開徵能源稅在期初之減量成本都為正值，以情境 WA-ND 單位減量成本最高（見表 2-47 及圖 2-26），但隨著時間的經過，減量成本呈慢慢地增加然後遞減(見圖 2-27)。至稅率調升末年之前，以情境 LIN-NE 之年平均值(21845 元/tCO₂)為最高，情境 IN-EY-ND 最低(17479 元/tCO₂)。

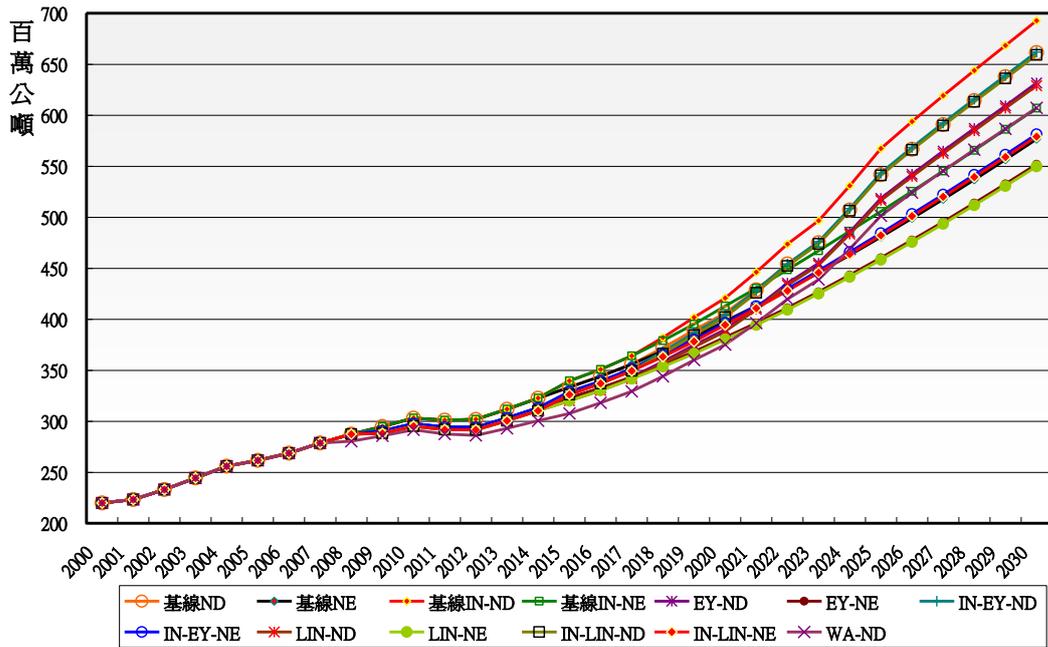


圖 2-25. 各情境下之 CO2 總排放量

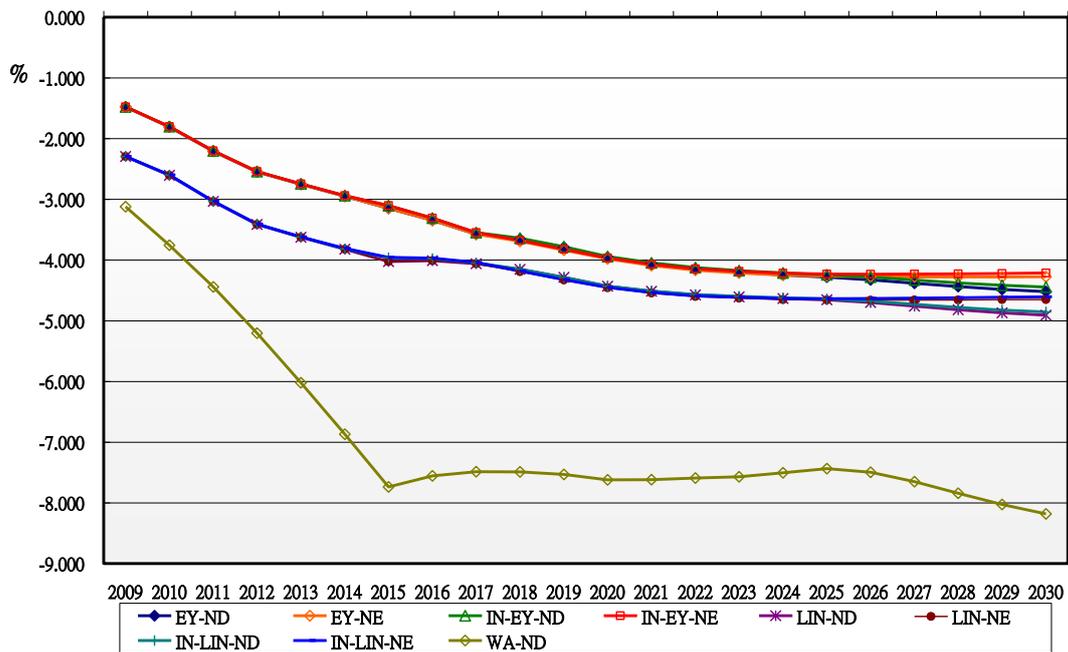


圖 2-26. 各情境下之 CO2 排放量降幅

吾人可知單位減量成本在 2021 年時轉正為負(見圖 2-27)，此結果與 2.4.4 節評估結果相符。此外，情境 WA-ND 從開徵初期至期末減量成本始終為正值且年平均值是最底的 (5673 元/tCO₂)。

表 2-47. 各情境下開徵能源稅之減量成本

單位：元/tCO₂

情境	開徵當年	至稅率停止調漲前之年平均值	至 2030 年之年平均值
EY-ND	-434.95	17659.16	153.61
EY-NE	-434.95	17674.31	-278.64
IN-EY-ND	-434.95	17479.72	-3.26
IN-EY-NE	-434.95	17495.09	-436.80
LIN-ND	3208.89	21829.56	4120.29
LIN-NE	3208.89	21845.12	3944.48
IN-LIN-ND	3208.89	21688.87	3972.71
IN-LIN-NE	3208.89	21713.88	3831.53
WA-ND	6028.16	5673.79	5853.80

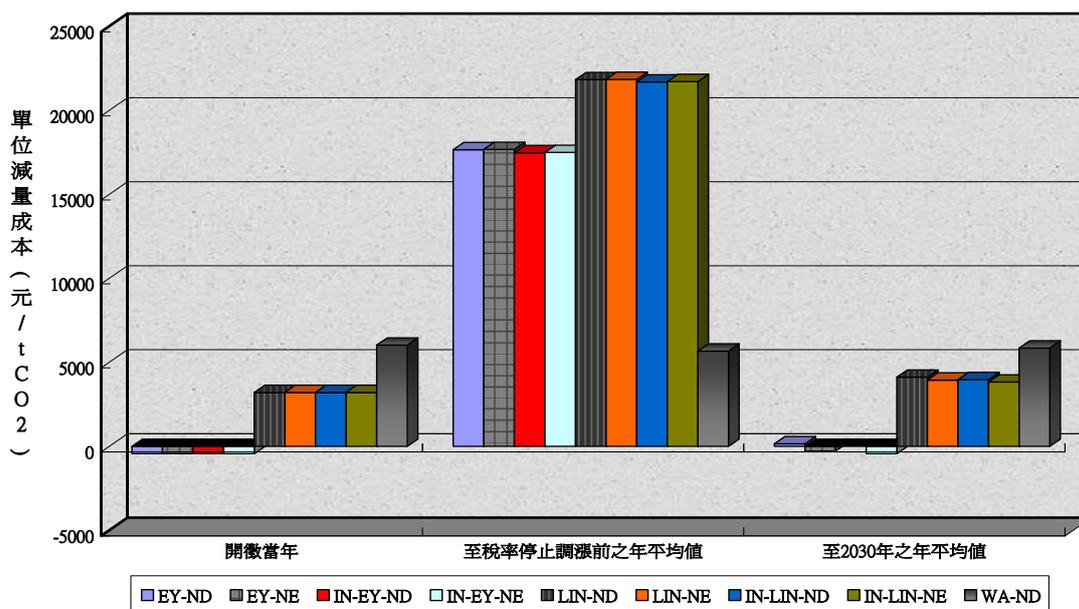


圖 2-27. 各情境下之單位 CO₂ 減量的總體經濟成本比較

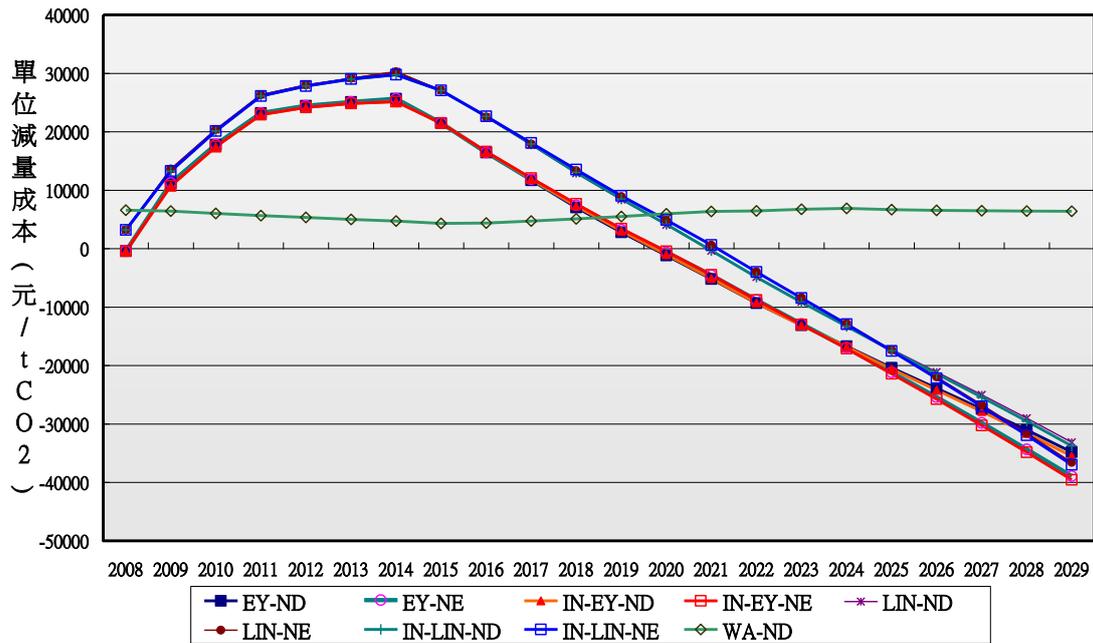


圖 2-28. 各情境下之單位 CO₂ 減量的總體經濟成本

2.6 本章結語

- 一、能源稅條例之稅基仍以現存貨物稅之油氣類產品為主，並逐年調高原有之貨物稅稅率，而稅率之訂定又缺乏明確的理論與科學基礎，故有變相加稅之譏。由於合理稅率的訂定可提高資源配置效率，降低經濟衝擊，甚至可能促成雙紅利，故未來仍須加強單位稅額之訂定原則的理論與實務研究。
- 二、開徵能源稅能否達到雙紅利效果，與稅率結構之合理性、國家之產業結構及能源結構、以及稅收處置方式等因素均有密切關聯。
- 三、WA2 相對於 WA1，CH2 相對於 CH1，都具有顯著的比較利益，顯見適當的稅率及稅收處置方式，攸關能源稅的成本與效益。
- 四、就能源稅的 CO₂ 減量效果而言，各版本之單位減量成本都將高於開徵碳稅的減量成本（EY2 除外）²⁶。就這一點來說，就排放量課稅仍優於就投入課稅（此與國外文獻的多數論點一致）。不過，碳稅的仍具有許多政治及社會上的阻力，相對於能源稅的執行（行政）成本也可能較高。如果各項障礙得以排除，碳稅仍不失為具有成本有效性的政策工具。

²⁶關於 CO₂ 減量成本的評估，請見第三章。

- 五、能源稅版本的選擇，繫乎決策者對於經濟衝擊、就業影響、減量成本、以及減量效果等指標的政治偏好權數。第二重紅利是否存在並非開徵能源稅的必要條件。
- 六、開徵能源稅時，必須通盤檢討現有相關租稅的必要性與合理性(例如石油基金、空污費等)，同時亦可檢討開徵碳稅的相對利弊。換言之，對於多種相同性質與功能的經濟工具，必須進行較深入的利弊評估和整合分析，才能發揮更大的正面效果。
- 七、影響評估應慎選適當的模型。綜觀國際間對於環境稅之衝擊的評估方法，動態 CGE 最為普遍。為提升評估結果的精確性，應從模型架構、方法論、及資料等層面加以改善，輔以不同評估方法的結果做為對照和判斷，並提升研究人力的素質。

第三章 CO₂減量之情境影響評估

3.1 前言

我國在 1998 年 6 月舉行第一次全國能源會議，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 百萬噸）。京都議定書在 2005 年 2 月 16 日生效後，行政院復於當年 6 月舉辦第二次全國能源會議，擬就國家減量目標重訂可行方案，惟因各界立場迥異而未竟其功。

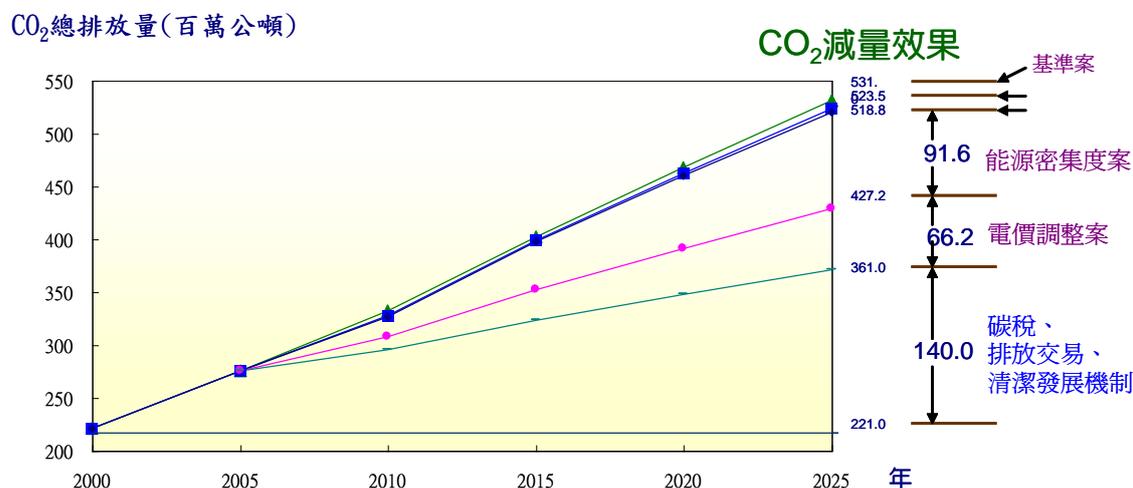
在第二次全國能源會議的結論中，已經體認欲達成 1998 年全國能源會議所定之減量目標確有困難，故應重新檢討。以下是兩個較為明確卻未達成共識的減量規劃方案：

- 一、減緩溫室氣體排放成長率至 OECD 國家水準（將年成長率控制在 1% 水準），並進一步努力使我國溫室氣體人均排放量能達 OECD 國家相同水準。
- 二、在 2010 年 CO₂ 可較基準情景減少 2,300 萬公噸，2015 年 CO₂ 可減少 7,100 萬公噸，在 2020 年 CO₂ 可減少 12,100 萬公噸，在 2025 年 CO₂ 可減少 17,000 萬公噸。準此，在 2025 年之實際排放量約為 361 百萬噸（更進一步的減量，只能仰賴 CDM、排放交易、碳稅等減量機制，見圖 3-1）。

為凝聚共識並確立國家減量目標，國家永續發展會議（2006 年 4 月 21 至 22 日）再度納入此一議題，然而各界所提出的方案卻更多：

- 一、方案一：維持 1998 年能源會議結論，暫以 2000 年為二氧化碳減量基準（2.23 億公噸，或人均排放量約 9.1~11 噸），目標達成年為 2020 年（加減 5 年）（分區會議建議）。
- 二、方案二：暫以二氧化碳減量的目標基準年為 2000 年，目標達成年為 2025 年，並應於 2015 年減至 2005 年之二氧化碳排放標準（立法院永續會建議）。
- 三、方案三：要求積極落實 2005 年全國能源會議各部會減量承諾，並定期檢視績效以落實目標與創新技術。
- 四、方案四：比照附件一國家回歸至 1990 年水準。

五、方案五：環保團體與經建部門未達共識前，經建部門應優先履行 2005 年全國能源會議所承諾之減量目標與措施，並訂定查核點，定期管控，積極推動落實（環保署建議）。



註：1. 基準情景(BAU)參考87年全國能源會議設定之節目標28%，已將所抑制5,220萬噸CO₂包含在內，並再加強提升能源效率，促進能源密集度下降所抑制9,160萬噸CO₂，兩者合計為14,380萬噸，此為工業(9,700萬噸)、運輸(2,300萬噸)及住商(2,380萬噸)部門三者所抑制CO₂之總效果。

圖 3-1. 2005 年全國能源會議 CO₂ 減量規劃

資料來源：黃宗煌、盧誌銘（2005）。

方案三與方案五較為相近，均以落實 2005 年全國能源會議各部會減量承諾為原則；方案一、二、四則帶有具體的減量目標與期程，且具有如下的共同點：(1) 減量標的均為排放量，皆屬京都減量模式（亦即在未來特定年（目標年）應減量至過去特定年（基準年）之排放水準）；(2) 全盤否定 2005 年全國能源會議的減量規劃案。(3) 所設定之減量遠高於第二次全國能源會議所規劃的減量目標；(4) 對於潛在的經濟衝擊，均無明確的影響評估報告，而全盤否定 2005 年全國能源會議的減量規劃案的理由也不具說服力。

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認知，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。本研究目的旨為評估我國 CO₂ 減量對總體經濟與產業結構的影響，冀能就經濟層面提出可供各界論證和具有決策參考價值的分析結果。本研究第二節首先檢視並比較過去關於減量目標之經濟影響的評估結果。鑑於國際能源價格變動是影響我國排放基線的重要因素之一，而此一影響攸關 CO₂ 減量之經濟衝擊的評估結果，故第三節將針對近年來國際能源價格高漲的情勢，分析其對我國排放基線與經濟成長的影響；此外，核四運轉時間

一再延宕，歷有評估報告所設定的商轉時間均已失效，故亦有必要予以修正²⁷。第四節則根據考慮國際能源價格之新走勢後的排放基線，擬定多種減量情境，並評估對我國實質 GDP 成長率、就業、以及產業結構的影響。第五節則論述現階段訂定並公告我國減量目標之適當性、以及 2006 年國家永續發展會議所提出之減量目標的潛在問題，並提出另類觀點，以供各界參考。

3.2 減量之影響評估的文獻回顧

3.2.1 各減量目標的經濟影響：過去評估結果的檢視

本研究團隊過去也曾先後應用 TAIGEM-D 協助環保署及能源局評估各種減量目標的經濟衝擊（例如黃宗煌，2002；李堅明等人，2005；林幸樺、蘇漢邦，2005）。

李堅明等人（2005）及黃宗煌、盧誌銘（2005）在全國能源會議之前，根據 TAIGEM-D 所推估之 CO₂ 排放基線（在 2020 年之總排放量（含燃燒與製程排放）約為 466 百萬公噸），評估多種減量情境如下，以做為準備籌備期間各項座談的討論資料。

- 一、情境 A：自 2011 年起 CO₂ 排放量零成長（至 2020 年之排放量為 301 百萬公噸）。
- 二、情境 B（1998 年全國能源會議結論情境）：CO₂ 排放量在 2020 年回歸 2000 年（至 2020 年之排放量為 227 百萬公噸）。
- 三、情境 C：2011 年以後 CO₂ 密集度零成長（至 2020 年之排放量為 439 百萬公噸）。
- 四、情境 D（美國減量模式）：CO₂ 密集度自 2011 年起開始下降，並在 2020 年時，降為 2010 年密集度的 18%，這相當於每年平均下降 1.669%（至 2020 年之排放量為 354 百萬公噸）。

²⁷ 溫室氣體減量之經濟影響的評估結果，會受到評估模型中各種基準情境設定的影響，除了國際能源價格之外，舉凡核四機組的投入運轉時間及現有核電廠除役時間、自發性能源效率提升速度、人口及家庭戶數成長情況等，都是應該審慎設定的外生變數。這些變數之基準情境的任何變動，都將影響排放基線及減量之衝擊幅度。因此，在比較各家所提出之減量衝擊評估結果時，除了要深入瞭解各模型之運作原理的特性與差異之外，更須審慎檢視並比較對上開各外生變數的設定情境，才可免去不必要的紛爭。

五、情境 E (阿根廷減量模式)： $E(t) = I_{2000} \cdot \sqrt{GDP(t)}$ ， $I_{2000} = 74$ ， $t = 2004 \square 2020$ (至 2020 年之排放量為 329 百萬公噸)。²⁸

在以最具成本有效性的減量策略下，上述減量情境對 GDP 成長率之影響彙整如圖 3-2 所示²⁹。由圖 3-2 可發現，2020 年之實質 GDP 成長率預估為 3.57%，情境 B 將導致 GDP 年成長率平均縮減 1.30%。情境 A (2011 年起 CO₂ 零成長) 的經濟影響僅次於情境 B (年平均降幅為 0.58%)，其次則依序為情境 D (年平均降幅為 0.28%) 與情境 C (年平均降幅為 0.03%)。至於單位減量之總體經濟成本則如表 3-1 所示³⁰，在情境 B 的每公噸 CO₂ 的減量成本年平均約為 6,859 元 (在 2020 年則將高達 10,349 元)。

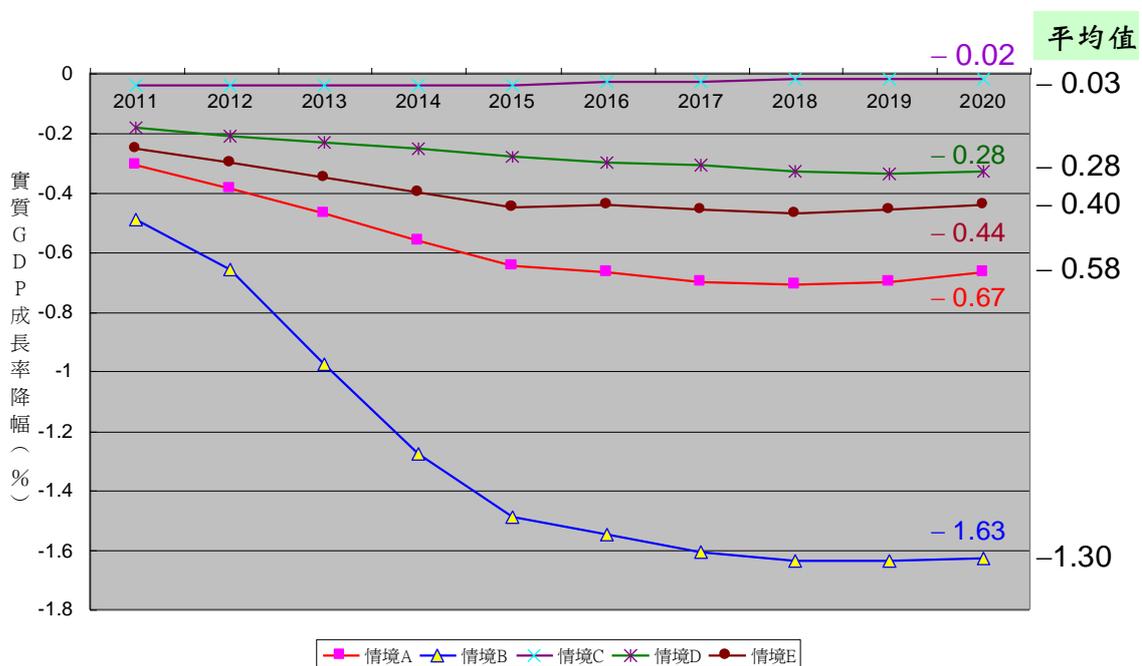


圖 3-2. 各減量情境對實質 GDP 成長率的影響：李堅明等人 (2005)

²⁸ 由於阿根廷模式是令溫室氣體排放量與 $GDP^{1/2}$ 呈現固定比例(I)關係，本模擬以 2000 年之排放量與 GDP 來推算 I_{2000} 值，推算之結果 I 值約為 74，因此自 2011 年起至 2020 年止，令 $I_{2000}=74$ 作為控制變數，觀察 GDP 與排放量的變化。

²⁹ 李堅明等人 (2005) 假設核四兩部機組將分別於 2006 及 2007 年起開始運轉；而國際能源價格則以美國 EIA 所出版的 2004 年「能源年度展望」(Annual Energy Outlook, AEO2004) 為基礎，考慮國內現況，並與工研院 MARKAL 研究同仁會商後設定。故國際原油價格在 2000 年至 2003 年係與 AEO2004 相同，2004 年起則假設為美金 \$37，而後逐年上升至 2020 年為美金 \$40。其餘能源之國際價格預測值則參考美國「AEO2004」原油 (p.133)、燃料煤 (p.213)、原料煤 (p.153) 成長率預測值。在評估減量之經濟影響時，此處假設核四 2 機組將分別於 2006 年、2007 年起開始運轉，其他既有核電廠則不提前除役。家庭戶數則採用交通部運研所 (1999) 「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」之推估結果。

³⁰ 減量成本的衡量指標有多種，其含意大不相同，其間的差別請參考黃宗煌、林幸樺 (2003)。

表 3-1. 各減量情境下之總體經濟減量成本：李堅明等人（2005）

單位：元/公噸 CO₂

年	情境 A	情境 B	情境 C	情境 D	情境 E
2011	3126	3126	3124	3126	2951
2012	3564	3761	3121	3385	3292
2013	4036	4755	3071	3578	3604
2014	4543	5837	3003	3764	3927
2015	5058	6859	2931	3958	4256
2016	5524	7739	2851	4163	4550
2017	5957	8514	2769	4370	4830
2018	6341	9199	2689	4572	5084
2019	6671	9807	2609	4762	5302
2020	6938	10349	2525	4924	5472
平均值	5058	6859	2931	3958	4327

資料來源：李堅明等人（2005）。

表 3-2 張四立（2005）的模擬情境

情境別		基準	情境一：	情境二：	情境三	
措施	既有電廠按原訂年限除役	✓				
	既有電廠按提前年限除役		✓	✓	✓	
	核四廠如期完工商轉					
	核四廠如期完工，但不商轉		✓	✓	✓	
	再生能源發展目標：挑戰			✓	✓	
	溫室氣體回歸 2010 年排放水				✓	
模型參數設定	2001 年	核能發電 (MW)	5,144	5,144	5,144	5,144
		再生能源 (MW)				
		小水力	123	123	123	123
	2020 年	核能發電 (MW)	6572	3872	2700	0
		再生能源 (MW)				
		小水力			380	380
		風能			200	200
		地熱能			200	200
		太陽能			4500	4500
		垃圾焚化發電			1420	1420
沼氣發電			70	70		

資料來源：張四立（2005）。

張四立（2005）考慮核能政策（包括既有核電廠是否提前除役、核四廠完工後是否商轉等）及再生能源發展而設計三種減量情境（詳如表 3-2 所示），並評估對電價、GDP、CO₂ 排放量、最終能源消費量、總發電量等變數的影響，其中溫室氣體減量係以回歸 2010 年排放水準為目標。

張四立（2005）之評估結果如圖 3-3 所示。由此可知：在情境三之下（亦即提前除役+非核+再生+減量），GDP 成長率將為負值，換言之，當非核策略搭配 CO₂ 減量之情境（即 2020 年之排放目標回歸 2010 年之水準時），將導致 GDP 成長率相對於基本情境降低約 3.72%。顯然，此一後果絕非一個經濟體系所能承受。

在 2005 年第二次全國能源會議之後，黃宗煌等人（2005a）為比較京都模式與密集度模式之成本有效性，分別各考慮四種減量情境，並評估對 GDP 成長率與單位減量成本，結果顯示，密集度模式之減量成本確實低於京都模式，惟前者之減量幅度低於後者。即便立基於相同的減量幅度，一般預期密集度模式仍將較具成本有效性。

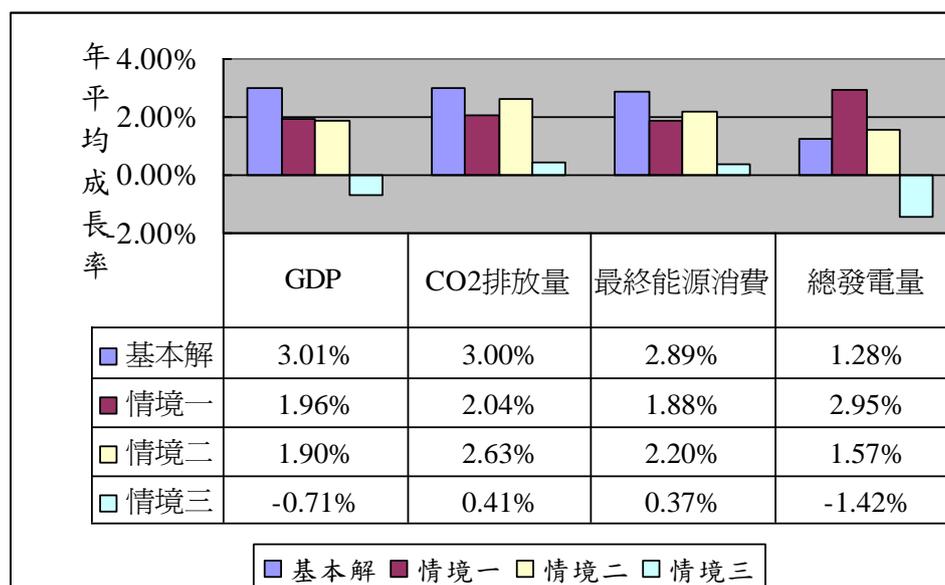


圖 3-3. 減量情境對 GDP 成長率的影響：張四立（2005）
資料來源：張四立（2005）。

黃宗煌等人（2005a）所考慮之京都模式與密集度模式的減量情境如下：

（一）京都模式

1.KP1：2011 年起減量，在 2020 年回歸到 2000 年的排放水準。

- 2.KP2：2011 年起減量，在 2020 年回歸到 2005 年的排放水準。
- 3.KP3：及早因應，至 2010 年減 10%，在 2020 年回歸到 2000 年的排放水準。
- 4.KP4：及早因應，至 2010 年減 10%，在 2020 年回歸到 2005 年的排放水準。

其中 KP3 與 KP4 為兩階段之減量模式，故屬於「及早因應」的做法。

(二) 密集度模式

- 1.IN1：2011 年起降低 CO2 密集度，在 2020 年下降為當年基線密集度之 18%，2020 年之後 CO2 零成長。
- 2.IN2：2011 年起降低 CO2 密集度，在 2020 年下降為當年基線密集度之 25%，2020 年之後 CO2 零成長。
- 3.IN3：2011 年起降低 CO2 密集度，在 2025 年下降為當年基線密集度之 25%。
- 4.IN4：2011 年起降低 CO2 密集度，在 2020 年下降為當年基線密集度之 40%，2020 年之後 CO2 零成長。

黃宗煌等人 (2005a) 在各情境下之評估結果如下：

- 1.就京都模式而言，及早因應（如 KP3 與 KP4，二者在 2006 年起便開始先小幅減量，而 2011 年起則大幅減量）對 GDP 成長率所造成的衝擊，相對低於其他較嚴苛的減量情境（如 KP1、KP2 等），因此，及早因應減量是比較有利的（見圖 3-4）。此外，就 1998 年全國能源會議的減量參考情境而言，對照李堅明等人 (2005) 後可以發現，黃宗煌等人 (2005a) 顯著低於前者 (-1.3% vs. -0.92%)，這是因為黃宗煌等人 (2005a) 參考國內相關機構調整經濟成長率之預測值後，重新推估的基線已呈現降低趨勢（國際油價上漲是為關鍵因素之一）。
- 2.就密集度模式而言，降幅越大者（例如 IN4 的 CO2 排放密集度要下降 40%），對於經濟衝擊的程度明顯高於降幅較低者（見圖 3-5），其中 IN2 與 IN3 的差異在於後者是延後至 2025 年方達到減量目標，故對 GDP 的負面衝擊低於 IN2 的結果（在 2020

年達到減量目標)，表示延長減量期程的結果，可緩和對經濟體系的衝擊（此與一般的預期結果一致）。

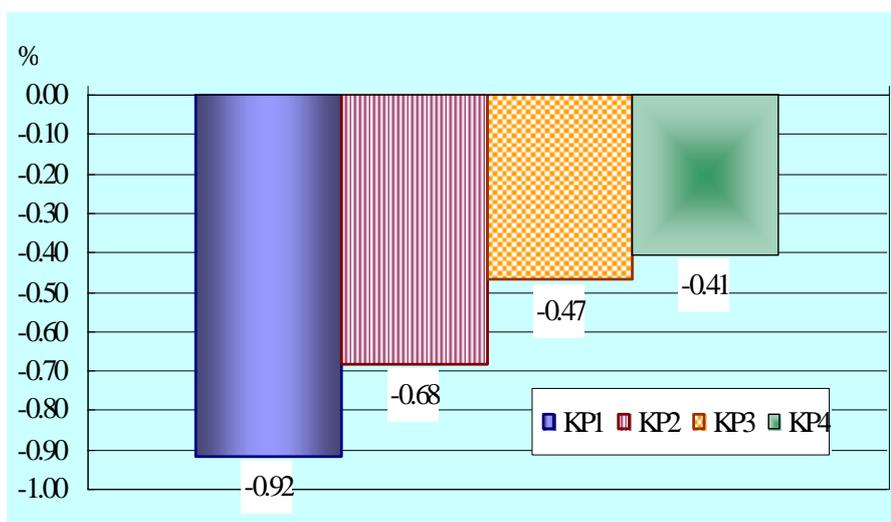


圖 3-4. 京都模式下各減量情境對實質 GDP 成長率的衝擊
資料來源：黃宗煌等人（2005a）。

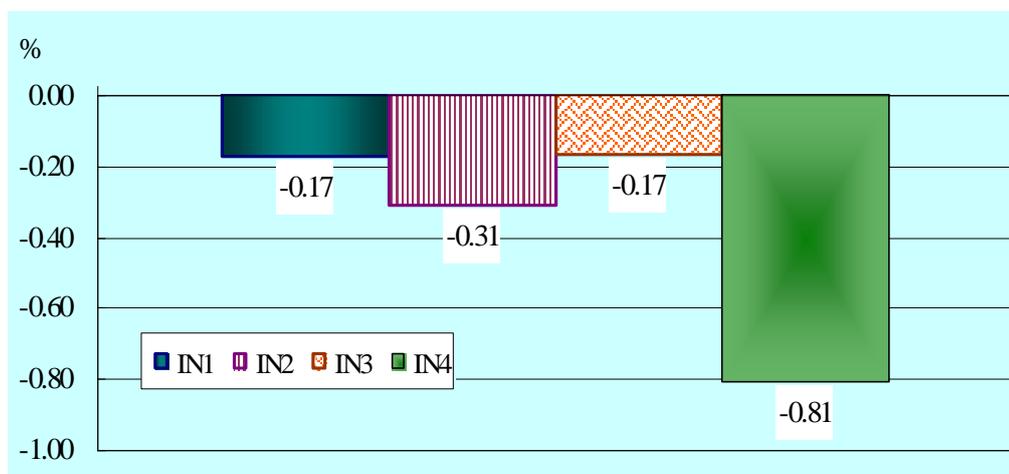


圖 3-5. 密集度模式下各減量情境對實質 GDP 成長率的衝擊
資料來源：黃宗煌等人（2005a）。

3.由圖 3-6 可以明顯看出，京都模式的單位減量總體經濟成本一致性地高於密集度模式；由於此二模式的減量效果不同，故目前尚難將此處的成本差異完全歸因於模式本身。此外，就 1998 年全國能源會議的減量參考情境而言，CO₂ 的單位減量成本仍高達 6,529（與李堅明等人（2005）的 6,859 元相去不遠）。

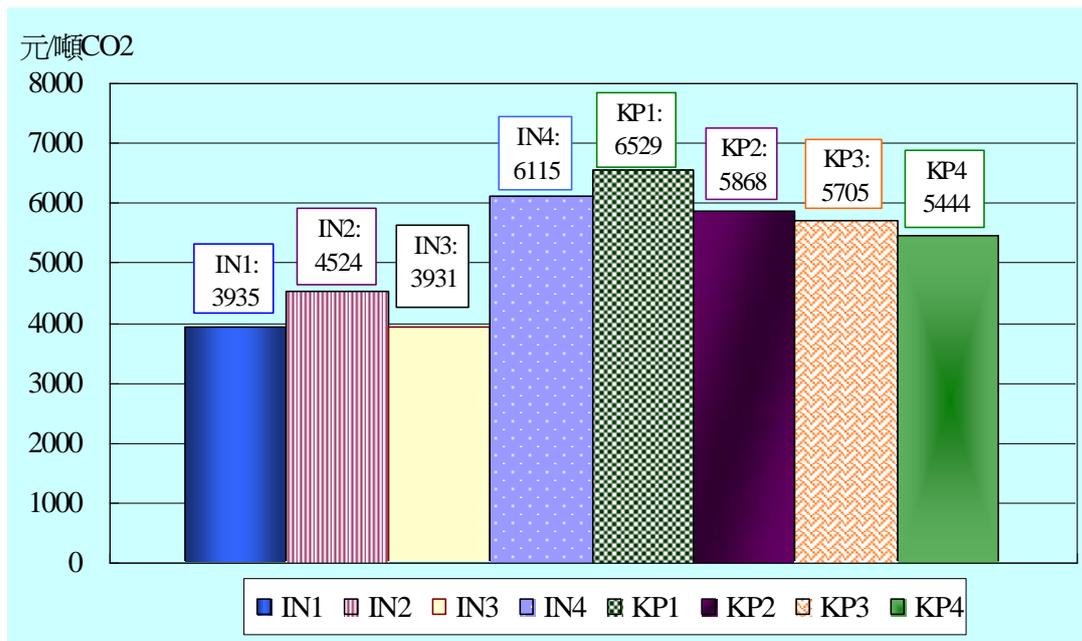


圖 3-6. 各減量情境下之單位總體經濟成本比較：黃宗煌等人(2005a)
資料來源：黃宗煌等人(2005a)。

此外，黃宗煌等人(2005a)亦根據2005年全國能源會議中所提出的減量方案，設定以下二種減量情境(目標年均延後至2025年)，並分別評估其對總體經濟、耗能產業的影響，同時評估所需之單位減量的總體經濟成本³¹：

- (1) 361 方案 (TAR)：此即 2005 年的全國能源會議模式，自 2005 年起開始減量，並於 2025 年減為 361 百萬公噸。
- (2) 排放量固定比例成長方案 (GRO)：此即 2005 年全國能源會議的 OECD 排放成長模式；在此考慮三種不同幅度的 CO₂ 排放成長：年成長率自 2006 年起控制在 0.5%、1%、

³¹ 在此一模擬分析中，基準情境的設定做了許多改善，而與李堅明等人(2005)的設定大不相同，其中國際油價係根據美國 AEO2005 的公布資料予以重新推估，並假設核四 2 部機組將分別於 2010 年、2011 年起開始運轉。既有核能機組的除役時程則如下所示：(1) 核一廠分別於 2018 與 2019 年除役；(2) 核二廠分別於 2021 與 2023 年除役；(3) 核三廠分別於 2024 與 2025 年除役。此外，由於興建核能電廠的資本成本為數不貲，興建期間的投資會排擠掉其他部門的公共投資，因此基準情境亦考慮核四機組運轉前五年(2004 年~2009 年)所造成的排擠效果。再者，鑑於過去的研究大都假設未來各年之 CPI 為一個固定常數(例如 1.5%)的設定方式過於粗糙，與實際現象有明顯差異，故此處改採用狀態空間模型與 ARIMA 模型自行推估，並取二者之平均值做為預測值。黃宗煌等人(2005)對於家庭戶數的預測也加以改善，這是因為過去均採用交通部運研所(1999)「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」之戶數預測結果，惟其年代已久，正確性屢受質疑，因此同時採用狀態空間模型(State Space Model)與 ARIMA 模型進行預測，並取二者之平均值做為 TAIGEM-III 之設定值。

及 1.5%（至 2025 年之排放量分別為 277、305、337 百萬公噸）。

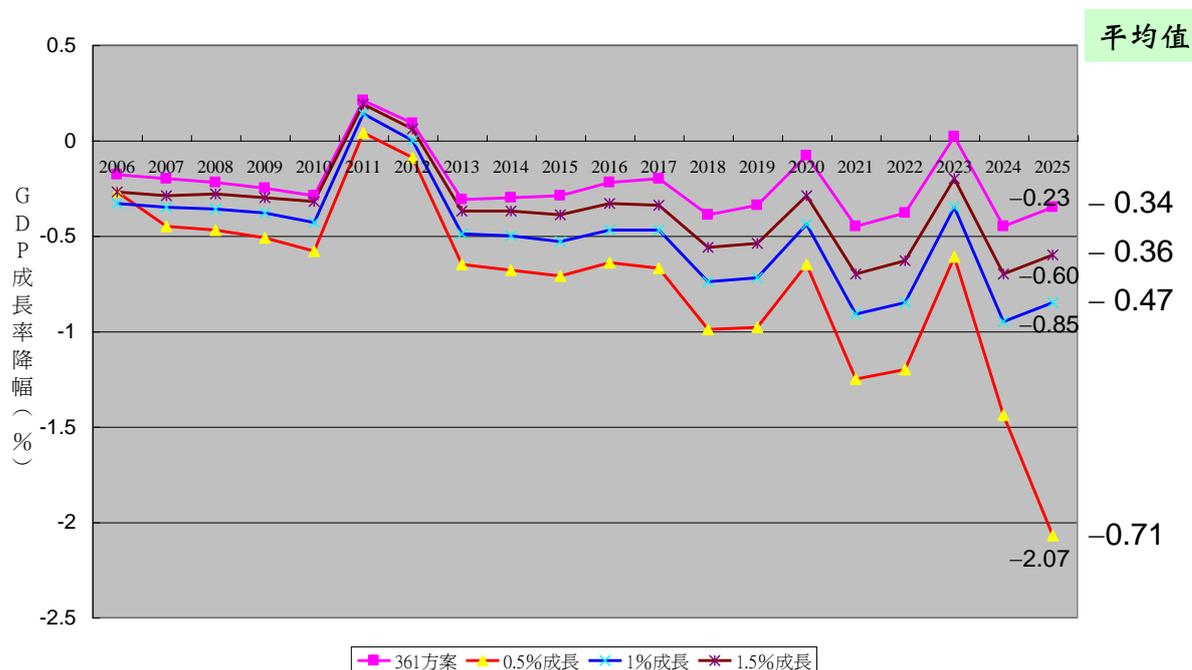


圖 3-7. 361 方案與固定比例成長方案對 GDP 成長率的影響

資料來源：根據黃宗煌等人（2005a）修改而成。

上開種模式之評估結果可歸納如下：

- (1) 361 方案（TAR）對 GDP 成長率的衝擊穩定擴大，平均約為 -0.23%（見圖 3-7），減量之總體經濟成本約為 5,726 元/公噸 CO₂。相較於李堅明等人（2005）的評估結果，TAR 的衝擊顯然緩和許多，除了目標年排放量不同之外，亦與目標年延後（2025 年 vs. 2020 年）有關，而提早減量（2006 年 vs. 2011 年）也是另一關鍵。
- (2) GRO 模式對 GDP 成長率之衝擊度則隨允許之成長率的提高而降低，在三種排放成長幅度下之 GDP 成長率降幅分別為 -0.36%、-0.5%、-0.74%。單位減量成本則分別為 5754、6495、及 7366 元/tCO₂（詳見表 3-3）。

表 3-3. CO₂ 排放量以固定比例成長時之 GDP 成長率的降幅與單位減量成本

減量情境 年	GDP 成長率降幅 (%)			單位減量成本 (元/tCO ₂)		
	GRP-0.5%	GRO-1.0%	GRO-1.5%	GRP-0.5%	GRO-1.0%	GRO-1.5%
2006	-0.27	-0.33	-0.27	3609	5184	5133
2007	-0.45	-0.35	-0.29	4680	5178	5057
2008	-0.47	-0.36	-0.28	5144	5242	5040
2009	-0.51	-0.38	-0.30	5519	5370	5081
2010	-0.58	-0.43	-0.32	5921	5559	5182
2011	0.04	0.14	0.19	5657	5112	4629
2012	-0.09	0.00	0.06	5647	4965	4414
2013	-0.65	-0.49	-0.37	6169	5427	4825
2014	-0.68	-0.50	-0.37	6630	5800	5133
2015	-0.71	-0.53	-0.39	7041	6120	5385
2016	-0.64	-0.47	-0.33	7364	6360	5556
2017	-0.67	-0.47	-0.34	7683	6588	5720
2018	-0.99	-0.74	-0.56	8174	6982	6058
2019	-0.98	-0.72	-0.54	8595	7304	6324
2020	-0.65	-0.44	-0.29	8795	7415	6374
2021	-1.25	-0.91	-0.70	9298	7805	6711
2022	-1.20	-0.85	-0.63	9727	8107	6955
2023	-0.61	-0.35	-0.20	9879	8146	6926
2024	-1.44	-0.95	-0.70	10411	8487	7199
2025	-2.07	-0.85	-0.60	11385	8749	7383
平均	-0.71	-0.47	-0.34	7366	6495	5754

資料來源：黃宗煌等人 (2005a)。

環保署 (2006) 也就多種情境提出評估報告 (見表 3-4)。由於環保署 (2006) 對於 GDP 的影響評估係以 GDP 之損失總值及其損失率為指標，故無法直接與李堅明等人 (2005) 及黃宗煌等人 (2005a) 的評估結果比較，但從 CO₂ 之減量成本來看，在 OECD 模式下，環保署 (2006) 與黃宗煌等人 (2005b) 的減量成本相當接近 (前者約為 7,264 元/公噸 (227 美元/公噸)，後者為 6,495 元/公噸)；在 1998 年全國能源會議的減量情境下，環保署 (2006) 於 2025 年之估計值超過 12,000 元 (383 美元/公噸)，但與李堅明等人 (2005) 的估計值 (在 2020 年達 10,349 元) 也相去不遠；但就減量期間的年平均值而言，應該不致於高若是 (例如李堅明等人 (2005) 與黃宗煌等人 (2005a) 的估計值各為 6,529 與 6,859 元)。由此可見，歷有文獻關於減量成本之推估結果雖有差異，但還算是相當 robust 的。

表 3-4. 各減量目標之減量成本與 GDP 損失：環保署（2006）

減量情景	減量目標	2025 年相對基準情景削減量(百萬公噸)	2025 年邊際減量成本(美元/公噸)	2025 年總減量成本(億美元 1991 年幣值)及 GDP 損失
延續京都議定書情景	1998 年全國能源會議暫訂目標：2025 年回歸 2000 年排放水準	310	383	627 (5.06%)
	2025 年人均排放量達 13 公噸	224	283	342 (3.67%)
	韓國模式：2025 年人均排放量 14 噸	201	256	278 (3.28%)
溫室氣體密集度情景	德國模式：2013~2025 年溫室氣體排放密集度每年降低 2~4%	117.5~256	158.5~342	106~500 (1.92~4.49%)
	美國模式：2012 年溫室氣體密集度較 2002 年低 18%	165	213	193 (2.69%)
OECD 模式	比照 OECD 國家溫室氣體排放 2006 年至 2025 年平均成長率 1%	194	251	269 (3.0%)
	比照 OECD 國家溫室氣體排放 2008 年至 2025 年平均成長率 1%	174	227	233 (2.85%)

資料來源：環保署（2006 年 3 月 30 日）在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）提報的簡報資料。

環保署（2006）之估計值之所以一致性地高過李堅明等人（2005）及黃宗煌等人（2005a），在於前者是應用 MARKAL 工程模型，其減量成本以反映能源支出為主，而後者則以 TAIGEM-III 為工具，其減量成本則反映總體經濟成本³²，而且考慮經由價格機能所引導的市場自我調節功能（包括產業結構調整）。

台綜院（2006）接受經濟部工業局的委託，應用台北大學張四立教授之「3E 多目標規劃模型」，就 2006 年國家永續發展會議所接鑿之三種減量方案進行評估（情境如表 3-5 所示），結果顯示，各種溫室氣體減量方案，將造成 GDP 大幅下降。以方案一為例（2025 年回歸至 2000 年排放水準），GDP 降幅至 2025 年將高達 49%，遠遠超過環保署（2006）的推估結果；而經濟成長率則下降 3.48%，幾乎與基期的 GDP 成長率相近，顯有高估之虞。再就 2025 年達到 361 百萬公噸的減量情境而言，GDP 至 2025 年之降幅亦高達 28%，而各年之經

³² 二者之間的差異，請參考黃宗煌、林幸樺（2003）。

濟成長率則下降 1.16%~2.28% 不等，亦遠遠超過黃宗煌等人（2005）的估計值（年平均 0.47%）。總之，台綜院（2006）的衝擊評估之所以顯著地高過其他相關研究，除與模型特性及基準情境的設計內容有關之外，亦與減量工具之成本有效性密不可分。

表 3-5. 各減量方案下對 GDP 之衝擊：台綜院（2006）

減量方案		2015 年	2025 年	備註	
基準情境 BAU	1.GDP	17.72 兆元	24.98 兆元	產業自然發展	
	2.GDP 成長率	2005~2015 年均成長率為 4.20% 2015~2025 年均成長率為 3.50% 2005~2025 年均成長率為 3.85%			
	3.CO ₂ 排放量	394 百萬公噸	578 百萬公噸		
方案一 (S1-1)	效益	1.CO ₂ 減量效益	—	2025 年回歸至 2000 年排放基準	
	衝擊	1.GDP	—		
		2.GDP 年成長率	2005~2025 年均成長率為 0.37%，下降 3.48 個百分點		
方案一 (S1-2)	效益	1.CO ₂ 減量效益	—	2025 年人均排放量 9.1 公噸/人	
	衝擊	1.GDP	—		
		2.GDP 年成長率	2005~2025 年均成長率為 0.0%，下降 3.85%		
方案一 (S1-3)	效益	1.CO ₂ 減量效益	—	2025 年人均排放量 10 公噸/人	
	衝擊	1.GDP	—		
		2.GDP 年成長率	2005~2025 年均成長率為 0.71%，下降 3.14%		
方案一 (S1-4)	效益	1.CO ₂ 減量效益	—	2025 年人均排放量 11 公噸/人	
	衝擊	1.GDP	—		
		2.GDP 年成長率	2005~2025 年均成長率為 1.24%，下降 2.61%		
方案二	效	1.CO ₂ 減	CO ₂ 排放量 276 百萬	CO ₂ 排放量 223 百萬公噸	2015 年回歸

(S2)	益	量效益	公噸 減量 118 百萬公噸 (貨幣價值約 0.23 兆元)	減量 355 百萬公噸 (貨幣價值約 0.69 兆元)	至 2005 年排放基準 2025 年回歸至 2000 年排放基準
		衝擊	1.GDP	GDP 為 15.28 兆元(下降 2.44 兆元，降幅約 14%)	
	2.GDP 年成長率		2005~2015 年均成長率為 2.67%，下降 1.53% 2015~2025 年均成長率為-1.88%，下降 5.38% 2005~2025 年均成長率為 0.37%，下降 3.48%		
方案三 S3	效益	1.CO ₂ 減量效益	CO ₂ 排放量 331 百萬公噸 減量 63 百萬公噸(貨幣價值約 0.12 兆元)	CO ₂ 排放量 361 百萬公噸 減量 217 百萬公噸(貨幣價值約 0.42 兆元)	1.因應 CO ₂ 減量目標 2.經濟成長率向下修正
		衝擊	1.GDP	GDP 為 15.84 兆元(下降 1.88 兆元，降幅約 11%)	
	2.GDP 年成長率		2005~2015 年均成長率為 3.04%，下降 1.16 個百分點 2015~2025 年均成長率為 1.22%，下降 2.28% 2005~2025 年均成長率為 2.13%，下降 1.72%		

註：1. 採用「3E 多目標規劃模型」(張四立，2005) 進行情境模擬。

2. CO₂ 減量效益計算採用 Liang (2002);梁啟源(2003)所提的 CO₂ 減量成本 1,942 元/公噸。

3. 2005 年我國人口數為 22,770,383 人，參考經建會未來人口成長率預估值，推估 2025 年我國人口數為 23,592,106 人。

4. 2005 年實質 GDP (90 年為基期) 為 11.74 兆元。

資料來源：台綜院，2006 年。

3.2.2 國際油價上漲加重減量的經濟衝擊

最近國際原油現貨價格再次飆上新高而突破去年卡崔娜颶風所創下的歷史最高點(每桶 69.91 美元)，在今年(2006)4 月 18 日達到 \$71.28 之高點後，7/14 更高達 \$77.13。近期內，伊朗核武談判仍趨緊張，奈及利亞叛軍活動未歇，OPEC 補足奈國供給短缺之力道有限，致使供給量大幅增加的希望極微；而在需求方面，又逢夏季汽油消費旺季即將來臨，預期夏季颶風可能再次對美墨沿海的採油設施造成破壞。因此，在供給減少、需求增加的境況下，油價飆漲之趨勢暫時並不會停歇。

能源價格上漲之影響所及，將涵蓋許多性質不同卻相互關聯的項目，除了推動物價上漲外，亦將影響發電的燃料配比、及國內能源需求結構，從而影響我國未來的 CO₂ 排放基線，而排放基線的移動，更將影響我國的減量成本及其經濟衝擊。因此，吾人必須根據最新的能

源價格上漲情勢，重新推估我國排放基線，並據以重新評估我國減量的經濟衝擊。

為此，本節首先說明國際原油價格上漲對 GDP 成長率的影響，其次則說明國際能源價格新走勢對於我國 CO₂ 排放基線的影響。凡此均將加重我國減量的經濟負擔。

一、原油價格上漲對 GDP 成長率的影響：文獻比較

我國能源進口比例高達 98%，其中石油佔進口能源總供給的 51%，因此，國際油價的變動必然會影響我國的原油及油品進口到岸價格 (C.I.F.)，進而對國內主要油品的價格構成上漲壓力，從而影響經濟成長及 CO₂ 排放量，長期下亦可能影響產業結構與能源需求結構，亦攸關國內能源價格合理化的政策制訂。因此，國內有多項研究針對最近的國際油價上漲進行經濟影響評估，例如林淑菁 (2004)、Huang *et al.* (2005)、王天賜 (2005)、周濟等人 (2005)、呂雨龍 (2005)、徐世勳、林國榮 (2005)、徐世勳、李篤華、周磊 (2005)、林幸君等人 (2005)、王欣怡 (2005)、梁啟源 (2005)、黃宗煌、陳谷汎、林師模 (2006) 等人。

黃宗煌、陳谷汎、林師模 (2006) 曾就上開模型的限制，勾勒出一些觀察 (見表 3-6)。此外，一個常被忽略的事實是，一般採用 GEMPACK 的模型 (如徐世勳、林國榮 (2005)、徐世勳、李篤華、周磊 (2005)、林幸君等人 (2005))，都是以「GDP 成長率」的變動率為提報衝擊評估結果的重點，而應用 GAMS 的模型 (如呂雨龍 (2005)、王欣怡 (2005)、黃宗煌、陳谷汎、林師模 (2006))，則都以「GDP」的變動率為主。此一差異，不僅增加比較上的困難，也可能造成換算衝擊彈性的誤差。

表 3-6. 國內關於國際油價上漲之評估情境、方法及模型限制

作者	基期年	油價漲幅	模擬情境的限制
徐世勳、 林國榮 (2005)	以 1999 年 之 IO 表搭 配 2000 年 之國民所得 帳所編之 SAM 表 (160 部門)	25.79%~ 57.23% (國際油價)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未考慮油品市場之規模經濟及非完全競爭。 2. 模型主體為澳洲 ORANI，模型中之重要參數尚未本土化。 3. 油價漲幅情境以基期年價格 (而非 BAU 價格) 為比較基礎，不足以反映實際情況。 4. 未同時考慮進口油品價格同步上漲的情況。 5. 屬於靜態模型，評估結果只能反映基期年的衝擊效果，不適合用以反映近期或可預見之

			未來的衝擊，亦無法捕捉衝擊的變動時徑。 6. 未考慮再生能源的發展和利用。
徐世勳、 李篤 華、周磊 (2005)	1999 年之 IO 表搭配同 年之國民所 得帳所編之 SAM 表 (170 部門)	100%~ 300% (國際油價) 54.99%~ 207.48%(國 內油價)	1. 未考慮油品市場之規模經濟及非完全競爭。 2. 油價漲幅情境以基期年價格(而非 BAU 價格)為比較基礎，不足以反映實際情況。 3. 屬於靜態模型，評估結果只能反映基期年的衝擊效果，不適合用以反映近期或可預見之未來的衝擊，亦無法捕捉衝擊的變動時徑。
呂雨龍 (2005)	2000 年台灣 地區 SAM 表(14 部門)	50% (國際油價)	1. 雖已考慮未充分就業及非完全競爭之訂價法，但忽略規模經濟，致其評估結果在充分就業時與傳統模型無異。 2. 油價漲幅情境以基期年價格(而非 BAU 價格)為比較基礎，不足以反映實際情況。此外，對於油價漲幅的情境設定過於單調，難以窺知油價上漲之 GDP 損失的敏感度。 3. 未同時考慮進口油品價格同步上漲的情況。 4. 屬於靜態模型，評估結果只能反映基期年的衝擊效果，不適合用以反映近期或可預見之未來的衝擊，亦無法捕捉衝擊的變動時徑。
王欣怡 (2005)	1999 年台灣 地區 SAM 表(21 部門)	10%~30% (國際油價)	1. 雖發現不同定價彈性對評估結果有所影響，但未就此提出合理解釋，亦無法論定何種彈性較為適當。 2. 油價漲幅情境以基期年價格(而非 BAU 價格)為比較基礎，不足以反映實際情況。此外，對於油價漲幅的情境設定過於單調，難以窺知油價上漲之 GDP 損失的敏感度。 3. 未同時考慮進口油品價格同步上漲的情況。 4. 屬於靜態模型，評估結果只能反映基期年的衝擊效果，不適合用以反映近期或可預見之未來的衝擊，亦無法捕捉衝擊的變動時徑。
梁啟源 (2005)	1996 時間序 列資料與 2004 年台灣 地區產業關 聯表	1%~7.4% (國內油價)	1. 經濟成長率及產業結構均為外生，不但不符合 CGE 模型的基本理論，政策評估時有可能因而產生誤差(尤其是當外生設定的 GDP 成長率或產業結構與模型應有之內生解不同時)。 2. 未考慮規模經濟與不完全競爭。 3. 油價漲幅不足以反映實際情況。
黃宗 煌、陳谷 汎、林師 模 (2006)	以 1999 年 160 部門投入 產出表為基 礎，重新歸類 為 5 部門。	25%~100 % (國際油價)	1. 產業部門過度加總，若能細分，衝擊彈性可望提高。 2. 未同時考慮進口油品價格同步上漲的情況。 3. 油價漲幅情境以基期年價格(而非 BAU 價格)為比較基礎，不足以反映實際情況。此外，對於油價漲幅的情境設定過於單調，難以窺知

			油價上漲之 GDP 損失的敏感度。 4. 屬於靜態模型，評估結果只能反映基期年的衝擊效果，不適合用以反映近期或可預見之未來的衝擊，亦無法捕捉衝擊的變動時徑。
--	--	--	---

資料來源：根據黃宗煌、陳谷汎、林師模等（2006）修改結果。

為便於比較，吾人根據各模型的推估結果，分別計算出國際油價上漲對我國 GDP 成長率之衝擊彈性，其結果彙整如表 3-7 所示。由此可見，實質 GDP 成長率之國際油價的彈性以呂雨龍的未充分就業情境最高（約為-0.2072，但不因產業結構而有顯著不同），約為傳統情境（亦即充分就業+邊際成本訂價法+固定規模經濟）的 7.4 倍；其次為黃宗煌、陳谷汎、林師模（2006）的規模經濟情境（約為-0.0206~-0.0245），其與固定規模報酬情境相差達 1.9 倍（但亦不因產業結構而有顯著不同）。徐世勳、林國榮（2005）未考慮市場結構與規模經濟，其短期效果（介於-0.0186~-0.0187 之間）約為長期效果（介於-0.015~-0.0155）的 1.2 倍；徐世勳、李篤華、周磊（2005）在類似情境下的推估結果更低，約為-0.0119~-0.0133。王欣怡（2005）則最低，在寡佔與規模經濟的情境下僅介於-0.0024~-0.0029，其於傳統情境下則更低（-0.0016~-0.0023）。

表 3-7. 國際油價上漲對我國實質 GDP 影響之彈性

作者		衝擊彈性（油價上漲 1% 對 GDP 成長率的衝擊%）
徐世勳、林國榮（2005）		短期：-0.0186~-0.0187 長期：-0.015~-0.0155
徐世勳、李篤華、周磊（2005）		-0.0119~-0.0133（短期）
梁啟源（2005）		-0.027**
呂雨龍（2005）	充分就業	(a) 寡佔訂價法+固定規模經濟：-0.0280 (b) 邊際成本訂價法+固定規模經濟：-0.0286
	未充分就業	(a) 寡佔訂價法+固定規模經濟：-0.2072 (b) 邊際成本訂價法+固定規模經濟：-0.2073
王欣怡（2005）		(a) 寡佔訂價法（Armington）+規模經濟：-0.0024~-0.0029 (b) 寡佔訂價法（CET）+規模經濟：-0.0019~-0.0025 (c) 邊際成本訂價法+固定規模經濟：-0.0016~-0.0023
黃宗煌、陳谷汎、林師模（2006）		(a) 寡佔訂價法+規模經濟：-0.0206~-0.0245 (b) 邊際成本訂價法+固定規模經濟：-0.0051~-0.0142 (c) 寡佔訂價法+固定規模經濟：-0.0057~-0.0129

資料來源：同表 3-6。

綜觀上述文獻可發現，國際油價上漲對實質 GDP 之短期衝擊彈性之最高與最低估計值的差距竟然達 129 倍之譜，頗有莫衷一是之憾，一時之間令人難以就評估結果論斷孰是孰非，其於施政的參考價值因

而大打折扣。

黃宗煌、陳谷汎、林師模（2006）曾就上述評估結果的差異，歸納出十項理由如下：

- （一）模型的內涵：各評估模型有其理論基礎（例如林淑菁（2004）、周濟等人（2005）、以及梁啟源（2005）係結合投入產出分析法與經濟計量模型，其餘則採用「可計算一般均衡」（computable general equilibrium, CGE）模型），模型中的參數設定也不盡相同。由此所產生的差異幅度和方向，難以論斷。
- （二）模擬時間的長短：短期影響大於長期影響。
- （三）模擬的油價漲幅：漲幅越大，衝擊也越高。
- （四）模型中所涵蓋之產業部門數：考慮的部門越多，衝擊幅度越大。換言之，部門過度加總的結果，可能導致低估衝擊的結果。
- （五）是否同時考慮進口油品價格上漲：如有考慮，衝擊幅度較大。
- （六）是否考慮非充分就業：未充分就業下的衝擊高於充分就業的情況，但當市場中的廠商家數增加後，二者之間的差異即告縮小。
- （七）是否考慮非完全競爭：在充分就業的情況下，非完全競爭市場所受的影響大於完全競爭市場；但在未充分就業的情況下，國際油價上漲對 GDP 的影響並不因市場結構而有顯著的影響。
- （八）是否考慮規模經濟：在規模經濟下，非完全競爭市場所受的影響大於完全競爭市場；但在固定規模經濟之下，國際油價上漲對 GDP 的影響並不因市場結構而有顯著的影響。
- （九）訂價彈性的設定方式：從訂價彈性切入，以進口品相對國產品（消費者角度）的非完全競爭訂價法，其影響幅度略大於以出口品對國產品（生產者角度）的非完全競爭訂價法。
- （十）是否考慮再生能源配比管制：除了梁啟源（2005）之外，其他 CGE 模型都未考慮再生能源的配比管制。在再生能源成本仍相對高於油品時，考慮此一因素將升高經濟衝擊幅度（這可局

部說明梁啟源（2005）之評估結果何以遠高於其他模型）³³。

為能抓準國際油價對 GDP 成長率的衝擊，林幸樺等人（2006）針對國際油價與進口石油煉製品價格的上漲情境，此處考慮了四種相對於 BAU 價格的漲幅（上漲 25%、50%、75%、及 100%），其所對映的價格足以反映 2005 年的實際油價水準（詳如表 3-8 所示）。在情境設計上則考慮以下兩種狀況：

（一）狀況一：自 2005 年起，國際油價上漲。依漲幅分為四種情境（OP1~OP4）。

（二）狀況二：自 2005 年起，自除國際油價上漲外，進口石油煉製品價格亦同幅度上漲³⁴。依漲幅分為四種情境（OPD1~OPD4）。

在第一種情境下，若因國際石油煉製品的價格不變，故當國際原油價格上漲時，吾人預期國內廠商會直接進口相對較為便宜的石油煉製品來滿足能源需求，如此國際油價上漲所造成的經濟衝擊可望低於比較符合實況的第二種情境。

林幸樺等人（2006）考慮核四未能如期商轉的事實，同時考慮美國 EIA 在 2005 年所公布的國際能源價格預測³⁵，應用 TAIGEM-III，就上開 8 種情境進行模擬。關於國際油價上漲對 GDP 成長率的影響的時徑如圖 3-8 所示。由此可歸納出幾項結果：

（一）一如預期，在相同漲幅下，狀況二之 GDP 成長率降幅高於狀況一。由此亦可驗證 TAIGEM-III 的模擬分析結果，大致能與理論的預期相符。

³³ 值得注意的是，因考慮再生能源配比管制所造成的額外衝擊，不宜全數歸因於國際油價上漲，故需加以剔除，否則即有高估之虞。

³⁴ 進口油品價格與國際油價應有密切關聯，惟目前尚未根據歷史資料推估出此二價格的關聯性，故暫且假設二者等幅同步上揚。

³⁵ 林幸樺（2006）考慮核四延後商轉的事實，假設 2 機組將分別於 2010 年、2011 年起開始運轉。既有核能機組的除役時程則如下所示：（1）核一廠分別於 2018 與 2019 年除役；（2）核二廠分別於 2021 與 2023 年除役；（3）核三廠分別於 2024 與 2025 年除役。至於國際能源價格的預測，則根據美國 EIA 公布的資料（AEO2005）予以設定。此外，鑑於過去的研究大都假設未來各年之 CPI 為一個固定常數（例如 1.5%）的設定方式過於粗糙，與實際現象有明顯差異，故林幸樺等人（2006）改採用狀態空間模型與 ARIMA 模型自行推估，並取二者之平均值做為預測值。林幸樺等人（2006）對於家庭戶數的預測也加以改善，這是因為過去均採用交通部運研所(1999)「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」之戶數預測結果，惟其年代已久，正確性屢受質疑，因此同時採用狀態空間模型(State Space Model)與 ARIMA 模型進行預測，並取二者之平均值做為 TAIGEM-III 之設定值。

表 3-8. 國際原油之 BAU 價格與在各漲幅下之價格

單位：US\$/桶

年	BAU 價格	上漲 25%後	上漲 50%後	上漲 75%後	上漲 100%後
2005	34.24	42.80	51.36	59.92	68.48
2006	34.02	42.53	51.03	59.54	68.04
2007	33.81	42.26	50.72	59.17	67.62
2008	33.60	42.00	50.40	58.80	67.20
2009	33.39	41.74	50.09	58.43	66.78
2010	33.17	41.46	49.76	58.05	66.34
2011	33.36	41.70	50.04	58.38	66.72
2012	33.55	41.94	50.33	58.71	67.10
2013	33.74	42.18	50.61	59.05	67.48
2014	33.93	42.41	50.90	59.38	67.86
2015	34.12	42.65	51.18	59.71	68.24
2016	34.20	42.75	51.30	59.85	68.40
2017	34.28	42.85	51.42	59.99	68.56
2018	34.36	42.95	51.54	60.13	68.72
2019	34.44	43.05	51.66	60.27	68.88
2020	34.52	43.15	51.78	60.41	69.04
2021	34.60	43.25	51.90	60.55	69.20
2022	34.68	43.35	52.02	60.69	69.36
2023	34.76	43.45	52.14	60.83	69.52
2024	34.84	43.55	52.26	60.97	69.68
2025	34.92	43.65	52.38	61.11	69.84

註：BAU 價格係採用國際能源署（International Energy Agency, IEA）2004 年國際能源展望（International Energy Outlook, IEO）中高價格預測值成長率乘以我國 2004 年實績值而得。

（二）油價漲幅越高，對 GDP 成長率的衝擊越大。例如在狀況二之下，2005 年之 BAU 油價如果上漲 25%、50%、75%、及 100% 後之 GDP 成長率將分別下降-0.41%、-0.80%、-1.19%、及 -1.58%。此一結果顯然高於 GAMS 相關模型的評估結果，更重要的是，果若油價在一年間上漲 100%，勢將侵蝕 GDP 成長率達 40% 之譜³⁶，其中影響所及，包括產業競爭力受挫及民眾福祉受創。因此，全國各界對可能的高油價未來，應該及早思患預防。

（三）油價衝擊當年（2005）對 GDP 成長率的影響效果最大，此後即告撫平，主要原因是在 2005 年之後，油價即維持在新高水準，不再有顯著的上漲率。雖然如此，維持在新高的油價水準仍將導致實質 GDP 的持續損失，惟此一損失將隨時間經過而逐漸減少（如圖 3-9 所示），此一現象實乃反映經濟體系面對

³⁶ 換言之，經濟成長率由基線之 4% 下降至 2.4%，其間差距高達 1.6%。

長期高油價之歷史軌跡，將經由市場機能而自我調適。

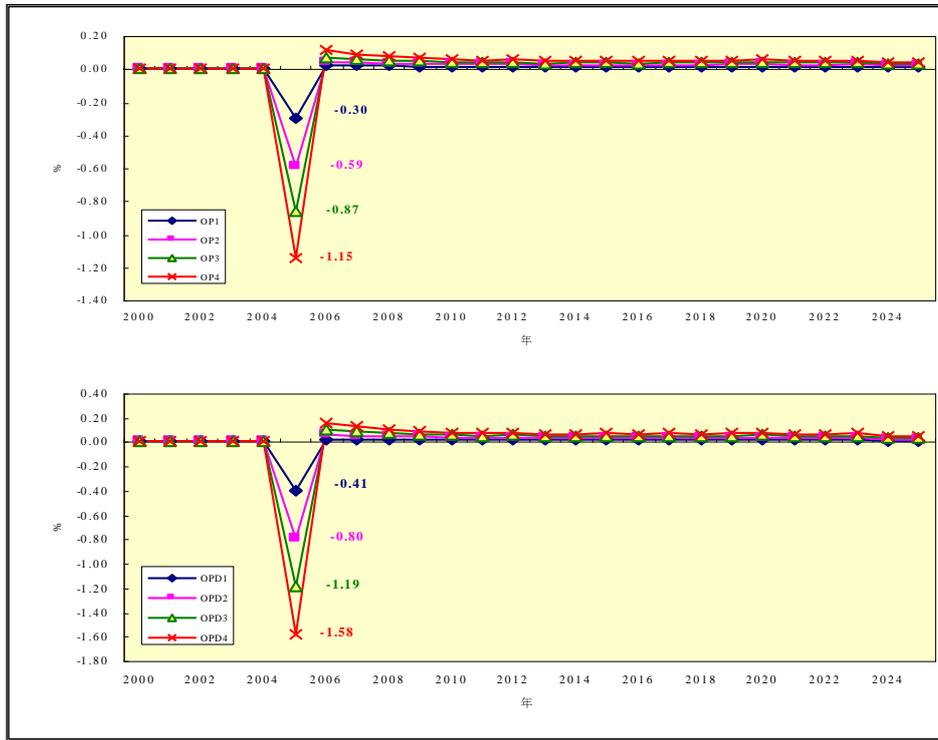


圖 3-8. 國際油價上漲對 GDP 成長率的衝擊：狀況一與狀況二的比較

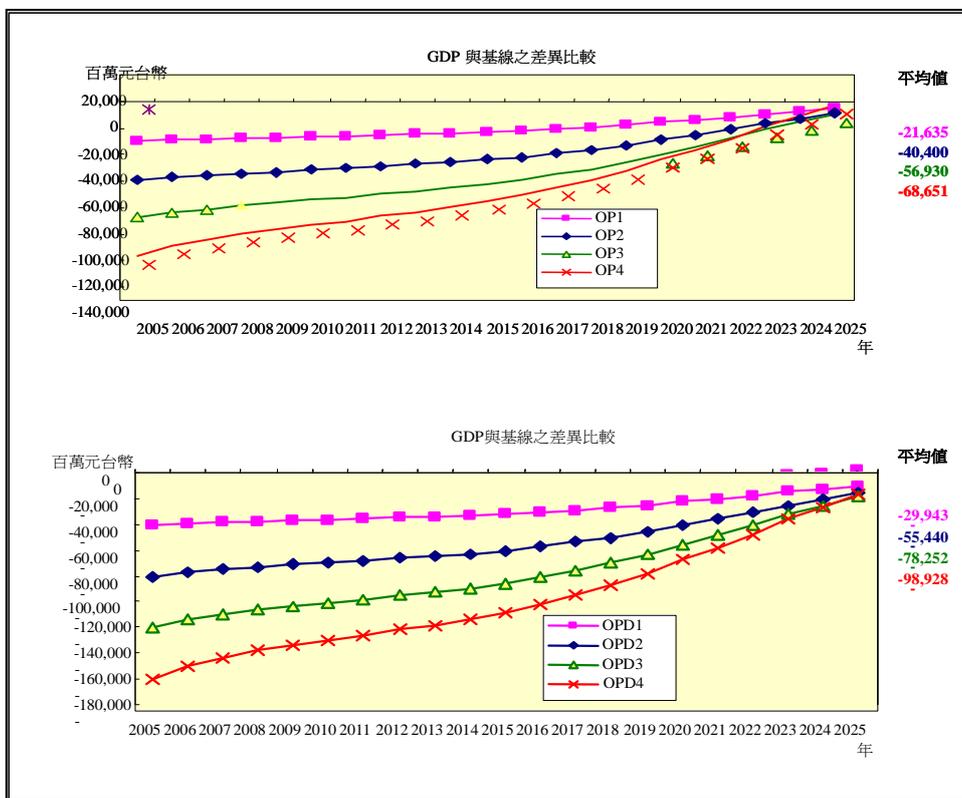


圖 3-9. 國際油價上漲的實質 GDP 損失：狀況一與狀況二的比較

(四) 在狀況二之下，林幸樺等人(2006)所推估之國際油價上漲對 GDP 成長率的衝擊彈性大約為 0.016，高於徐世勳、李篤華、周磊(2005)的估計結果(-0.0119~-0.0133)，低於與徐世勳、林國榮(2005)的短期效果(介於-0.0186~-0.0187 之間)，但與其長期效果極相近(介於-0.015~-0.0155)。證諸 2005 年的實際狀況，林幸樺等人(2006)之推估結果的可靠度極高。

二、能源價格上漲對排放基線的影響

吳榮華等人(2006)根據中華經濟研究院柏雲昌(2005)、中研院經濟所梁啟源(2005c)、清雲科技大學彭開瓊(2005)、以及清華大學黃宗煌等人(2005c)的推估結果，建立一個 Panel 資料檔，然後採用固定效果模型(fixed effect model)重新推估，並據以建立我國 CO₂ 排放基線的區間帶：我國在 2025 年之 CO₂ 排放量將介於 522~577 百萬公噸，平均值約為 550 百萬公噸(如圖 3-10 所示)。

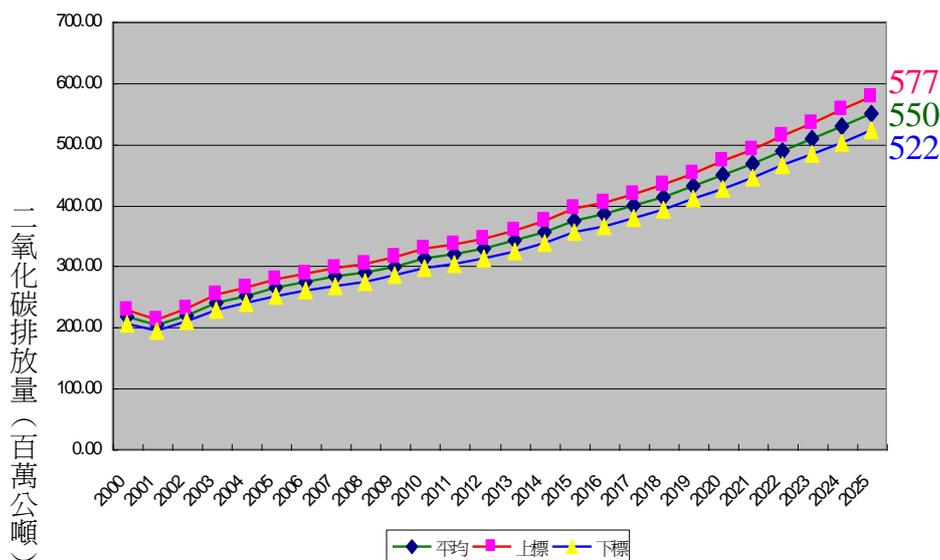


圖 3-10. 我國 CO₂ 排放基線之預測區間

然而，任一時點所推得之基線可隨時納入新的資訊而重新推估，故動態基線仍可隨時間經過而更新或調整，而非永久不變。例如，基準情境如果有發生重大事件(如戰爭、政治風暴、油價暴漲等)，在納入這些新的資訊後，基線都將無可避免地隨之變動(吳榮華等人，2006)。因此，排放基線也可能因未來能源價格預測走勢的變動而移動。如果我國的 CO₂ 減量目標係以京都模式為準，如此將無可避免地影響為達成減量目標所須完成的減量幅度。舉例而言，如果排放基線

隨能源價格上漲而上移，則所須達成的減量幅度將大增，如此勢必更加重我國減量的總體經濟成本與經濟衝擊（見圖 3-11）。由此可知，掌握油價變動趨勢對我國 CO₂ 排放基線的影響，的確是一個不容忽視的課題。

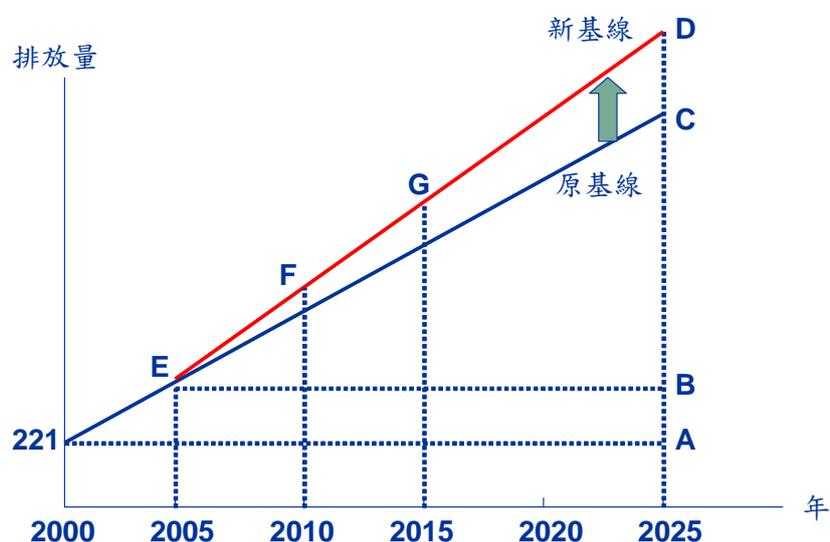


圖 3-11. 能源價格上漲造成排放基線上移將增加減量負擔

關鍵在於未來國際能源價格的預測資料不易取得，表 3-8 所列之 BAU 預測價格，係採用國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 2004 年國際能源展望 (International Energy Outlook, IEO) 中高價格預測值成長率乘以我國 2004 年實績值而得。惟其 2005 年之預測值與實績值相去甚遠，顯然未能真實掌握近年來的上漲潛勢。

為了更新能源預測值，工研院能環所根據目前國際能源價格、以及國際能源總署與美國能源部對於未來各項進口能源價格預測資料，重新推估我國來能源 C.I.F. 價格走勢，其結果如表 3-9 及圖 3-12 所示。由此可見：(1) 油價的新預測值比舊有預測值大幅升高。(2) 燃料煤的價格下跌幅度是超過原料煤，在 2006-2019 年間甚至出現原料煤價格上漲，而燃料煤價格下跌的情境。

表 3-9. 能源價格之實績及未來預測值

	原油 US\$ ₂₀₀₄ /桶	燃料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	原料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	液化天然氣 US\$ ₂₀₀₄ /公噸
2005	48.59	57.70	99.04	398.96
2006	52.75	47.37	93.06	443.86
2007	50.32	46.51	93.45	430.17
2008	47.89	45.43	93.72	416.08
2009	45.45	43.66	94.36	401.43

	原油 US\$ ₂₀₀₄ /桶	燃料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	原料煤 US\$ ₂₀₀₄ /公噸	液化天然氣 US\$ ₂₀₀₄ /公噸
2010	43.02	44.30	92.70	386.24
2011	42.81	42.16	90.95	384.93
2012	42.62	41.33	89.13	383.70
2013	42.43	40.50	87.08	382.47
2014	42.23	39.30	85.71	381.23
2015	42.04	38.66	84.77	379.98
2016	42.43	38.15	84.26	382.47
2017	42.81	37.59	84.58	384.93
2018	43.21	37.49	84.78	387.46
2019	43.60	37.27	85.77	389.90
2020	43.99	37.95	86.66	392.40
2021	44.57	38.15	87.58	396.00
2022	45.16	38.60	88.32	399.65
2023	45.76	39.40	88.41	403.27
2024	46.34	40.31	88.85	406.78
2025	46.93	41.25	89.31	410.34

說明：1. 2005 年之燃料煤、原料煤以及液化天然氣為實績值，資料來源為能源統計月報。原油進口價格資料來源為海關進口統計月報。

2. 原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值，是以國內海關進口價格與美國能源部（AEO2006）能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則是以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得。

美金/桶, 美金/公噸

國際能源價格預測：油與煤

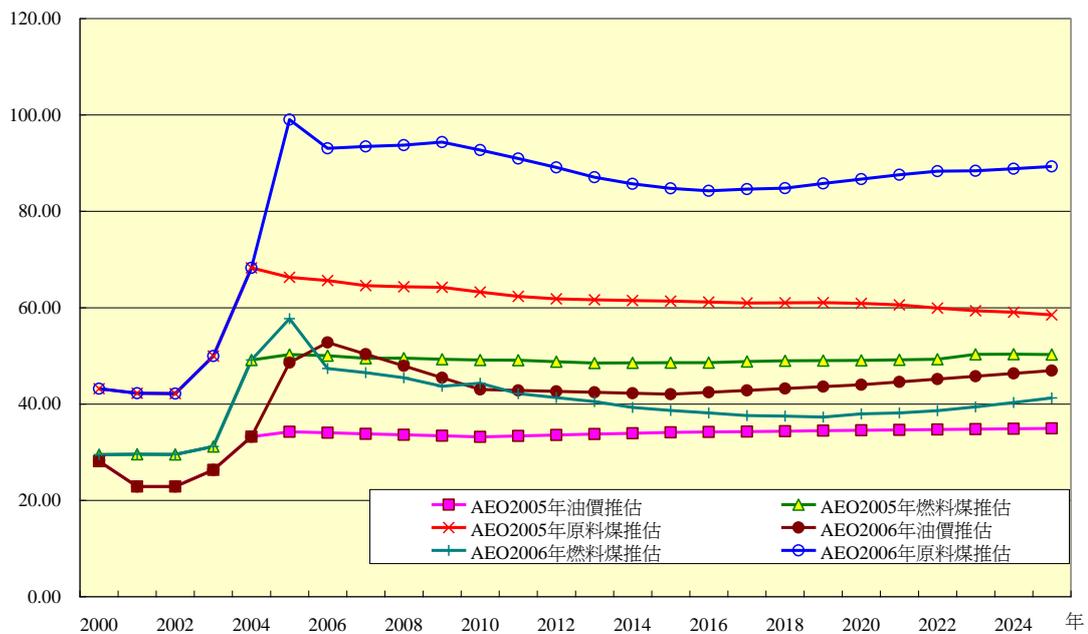


圖 3-12 國際能源價格新舊預測值的比較

資料來源：本研究整理。

由圖 3-12 亦可窺知，國際油價與煤價之未來趨勢的舊有預測值與新預測值之間著實有了顯著的差異。在採用新的預測資料後，吾人應用 TAIGEM-D³⁷重新推估之 CO₂ 排放基線如圖 3-13 所示，由此可見，在國際能源價格走勢更新後，我國 CO₂ 排放基線已經上移，2025 年之總排放量（包含燃燒排放與製程排放）將由原有之 560 百萬噸增加為 595 百萬噸³⁸。因此，如果固守京都減量模式，勢必更加重我國減量的總體經濟成本與經濟衝擊。

三、減量目標之經濟影響的再評估：考慮國際油價新走勢

本節考慮國際能源價格的新趨勢，並沿用台經院（2006）的基準情境設定，針對下列多項減量情境再評估，茲說明基線與其他研究單位預測結果之比較結果於後。

圖 3-14 顯示 TAIGEM-III 之 GDP 成長率的基線預測，並與其他不同來源的預測結果相互比較。由此可見，何金巡、吳中書、以及梁啟源（並未自行推估，而是採用前二者之平均值）的預測值較為樂觀，在 2025 年還能維持在 4.5% 以上的水準；中華經濟研究院的 EnFore 模型的預測則較為悲觀，在 2025 年相當逼近 2%。至於 TAIGEM-III 的基線預測則居於中道，在 2025 年約為 3.3%。值須一提的是，GDP 成長率之基線預測，是在 BAU 的情境下所進行的，關於政府或民間部門在規劃中的重大投資案，雖然可望提昇未來 GDP 成長率，但卻不予納入；對於這些規劃中的重大投資或經建計畫（尤其是推動時間不確定者）一般均視為外在衝擊，可另行推估其經濟影響（包括 GDP 成長率、就業、物價、競爭力等）。因此，讀者必須深入瞭解基線背後的基準情境，以免產生誤解。

根據前述之基準情境，本研究所預測之 GDP 成長率與 CO₂ 排放總量之基線如圖 3-15 所示（未考慮重大投資案）。由此可見，在此期間（2006~2025）CO₂ 排放量之成長率大於 GDP 成長率，故二者呈現反脫鉤的現象，這正是我國因應溫室氣體減量最為不利之處，更渴用以說明我國的 CO₂ 減量成本何以高於其他工業先進國家。

³⁷ 為期中報告時之模擬結果。

³⁸ 排放基線的上移有很大一部份是與國際油價及國際煤價預測值之間的差距拉大有關。國際油價預測值調高而煤價調低的結果是煤的使用量會增加，進而導致二氧化碳的排放量增加。

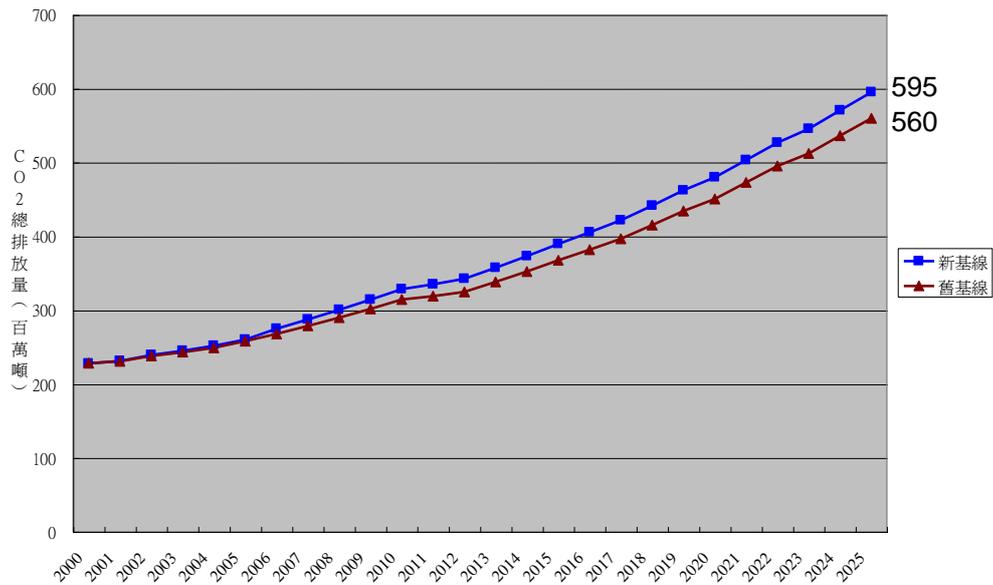


圖 3-13. 能源價格變動後對我國 CO₂ 排放基線的影響
(TAIGEM-III 預測結果 (2006.05))

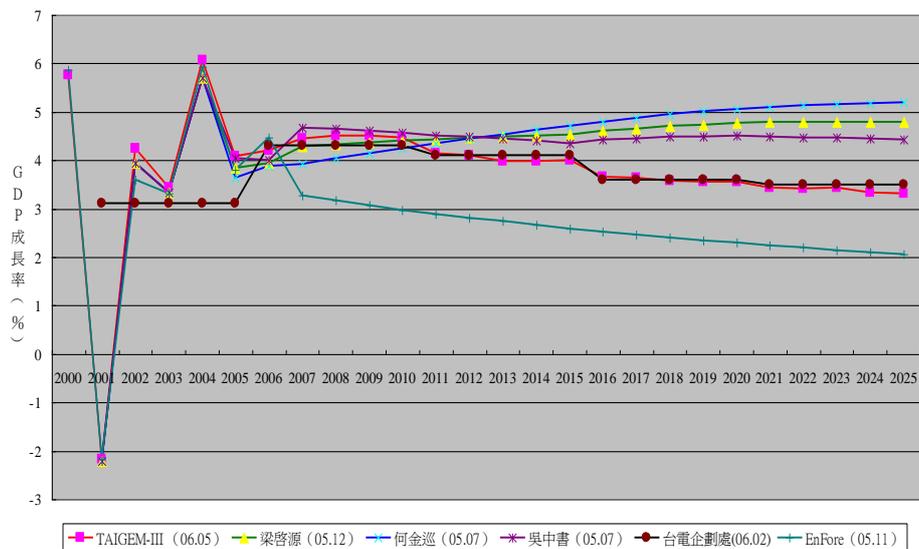


圖 3-14. 我國 GDP 成長率之基線預測：2006~2025

資料來源：(1) TAIGEM-III 預測結果 (2006.05)。(2) 台電企劃處 (2006.03)。
(3) 梁啟源 (2005c)。(4) 柏雲昌 (2005)。

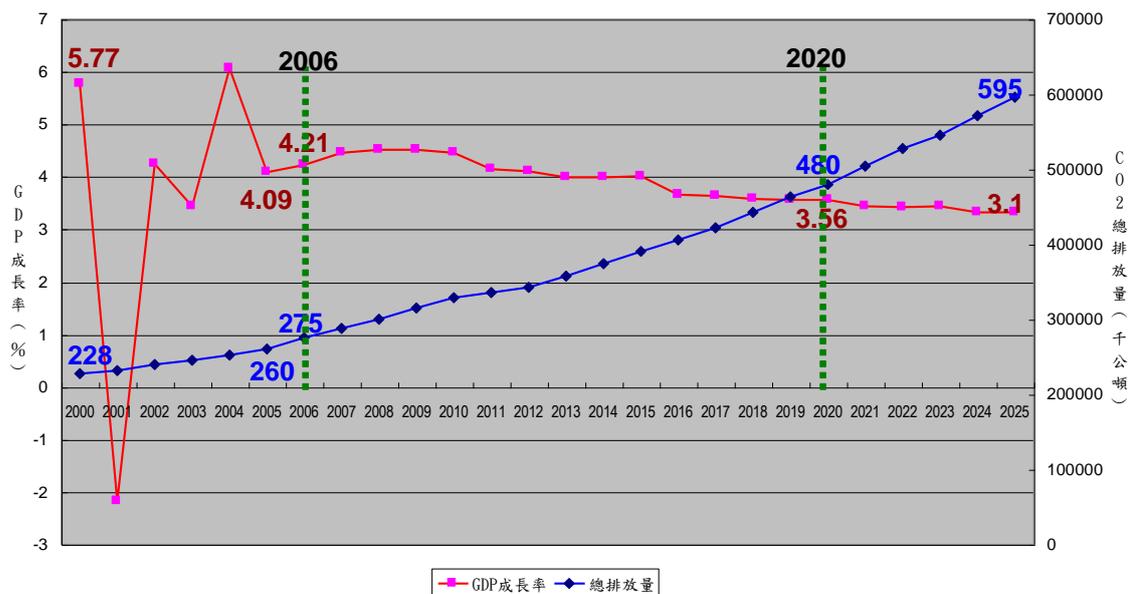


圖 3-15. 基準情境下之 GDP 成長率與 CO2 排放總量之基線預測
資料來源：TAIGEM-III 預測結果（2006.05）

四、減量情境

本節根據 2006 年國家永續發展會議的減量目標提案，規劃出以下 10 種減量情境：

- (1) KP20 (1998 年全國能源會議方案之一)：2020 年排放量回歸 2000 年 (至 2020 年之排放量為 227 百萬公噸)。
- (2) KP25 (1998 年全國能源會議方案之二)：2025 年排放量回歸 2000 年 (至 2025 年之排放量為 228 百萬公噸)。
- (3) STA1 (及早因應的兩階段減量方案之一)：第一階段：2006 至 2012：相對於基線減 10%；第二階段：在 2025 年回歸到 2000 年水準。
- (4) STA2 (及早因應的兩階段減量方案之二)：第一階段：2006 至 2012：相對於基線減 20%；第二階段：在 2025 年回歸到 2000 年水準。
- (5) STA3 (及早因應的兩階段減量方案之三)：第一階段：2006 至 2015 年先降基線之 10%；第二階段：在 2025 年回歸到 2000 年水準。
- (6) GRO1 (2005 年全國能源會議的 OECD 模式)：自 2006 年起，排放量年成長率控制在 1% (至 2025 年之排放量為 381 百萬公噸)。
- (7) CTAX1 (開徵碳稅)：2011 年起開徵碳稅，稅率 300 元/tCO₂

- (至 2025 年之排放量為 395 百萬公噸)。
- (8) CTAX2(開徵碳稅):2011 年起開徵碳稅,稅率 400 元/tCO₂
(至 2025 年之排放量為 367 百萬公噸)。
- (9) CTAX3(開徵碳稅):2011 年起開徵碳稅,稅率 500 元/tCO₂
(至 2025 年之排放量為 345 百萬公噸)。
- (10) CTAX4(開徵碳稅):2011 年起開徵碳稅,稅率 600 元/tCO₂
(至 2025 年之排放量為 325 百萬公噸)。

五、評估結果

(一) 對 GDP 成長率的影響

上述各減量方案對我國實質 GDP 成長率的影響彙整如圖 3-16 所示。由此可知,情境 1 (2020 年回歸 2000 年水準) 對我國實質 GDP 成長率的衝擊將近-2.2%, 而 GDP 的損失率則高達 11.4% (見圖 3-17), 顯然比李堅明等人 (2005) 及環保署 (2006) 的評估結果還高 (但仍低於台綜院 (2006) 的 49%); 如果將目標年延至 2025 年, 對 GDP 成長率的衝擊將降低為-1.57%, 而 GDP 的損失率則為 8.6%。

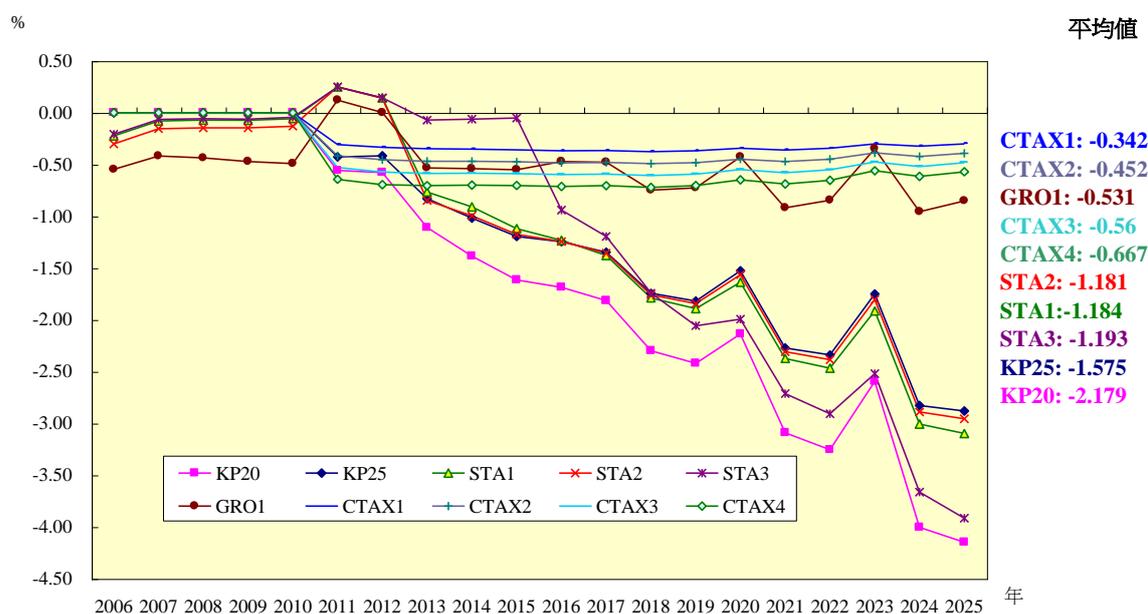


圖 3-16. 各減量目標對 GDP 成長率的影響：考慮能源新走勢的再評估結果

資料來源：TAIGEM-III 預測結果 (2006.05)

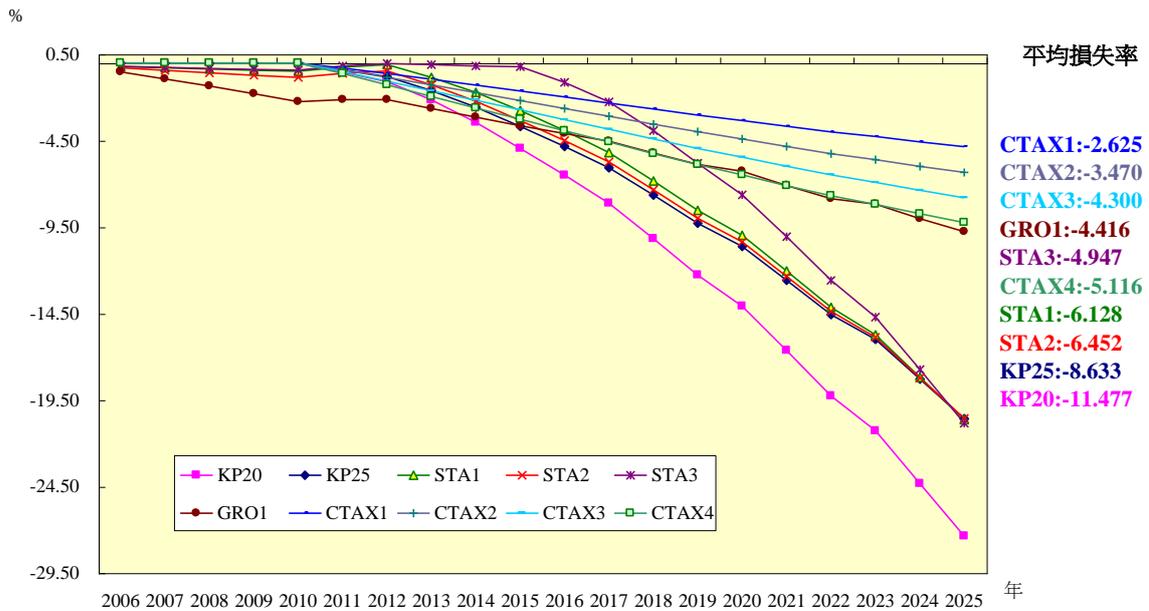


圖 3-17. 各減量目標下之 GDP 損失率：
考慮能源價格新走勢的再評估結果
資料來源：TAIGEM-III 預測結果（2006.05）

黃宗煌等人（2002）在 2002 年提交環保署的評估報告中早已指出：1998 年全國能源會議之減量模式與目標所造成的衝擊及其總體經濟成本均非我國所能支撐，即令技術上可行，經濟上卻不可行，故建議考慮改採碳密集度為減量標的³⁹。顯然，黃宗煌等人（2002）對碳密集度的建議未獲決策者與環保團體青睞，其對經濟可行性的憂慮，至今仍有人不以為意。本研究的評估結果再一次表明：未來國際能源價格如果如預期般地上漲（即表 3-9 所示），1998 年全國能源會議之減量模式與目標，將會因此而受到更嚴峻的衝擊，並更進一步降低其經濟可行性甚低，除非在未來 20 年內的能源科技與相關產業有突破性的發展，使再生能源及新能源足以替代現有化石能源，而且價格亦具有足夠的競爭力。因此，吾人應該以更務實的態度重視減量的成本與效益，而不應無視此一減量方案對國民福祉的顯著衝擊，更何況我國減量對舒緩全球溫室效應的助益極微，現階段更不像附件一國家得以採行京都彈性機制。

相對於情境 1 與情境 2，兩階段減量的模式（STA1~STA3）對 GDP 成長率的衝擊就緩和許多，約在-1.18%左右，不過仍高於情境 6（2005 年全國能源會議的 OECD 模式）的-0.53%。至於開徵碳稅的衝擊幅度，則視稅率而定，其「成本有效性」及潛在的「雙紅利」

³⁹ 「亞太清潔發展、能源安全及氣候變遷伙伴」（APP-CDC）在 2005 年 7 月 28 日於東南亞國協（ASEAN）的區域性論壇中，亦以降低碳密集度為訴求。

特性，應該予以重視。

表 3-10. 各模擬情境下之減量成本

單位： Δ GDP/ Δ CO₂, 台幣/tCO₂

年	KP20	KP25	STA1	STA2	STA3	GRO1	CTAX1	CTAX2	CTAX3	CTAX4
2006			4743	4817	4728	5034				
2007			4400	4584	4361	5085				
2008			4162	4433	4104	5222				
2009			3977	4320	3907	5400				
2010			3820	4245	3736	5634				
2011	4163	4050	2722	3449	2500	5196	3946	4040	4137	4236
2012	4383	4091	1854	3027	1156	5020	3897	4125	4354	4580
2013	5295	4789	3961	4306	2284	5418	4102	4434	4758	5072
2014	6241	5519	4747	5143	2721	5734	4291	4711	5113	5495
2015	7167	6267	5543	5940	2831	6007	4479	4974	5439	5876
2016	7992	6943	6302	6657	4156	6194	4674	5234	5752	6234
2017	8772	7588	7041	7341	5049	6369	4854	5468	6031	6552
2018	9685	8368	7913	8159	6217	6713	5042	5700	6300	6854
2019	10531	9073	8697	8897	7321	6994	5193	5889	6522	7106
2020	11220	9593	9288	9445	8204	7086	5313	6045	6708	7319
2021	12191	10373	10135	10254	9297	7445	5439	6201	6891	7527
2022	13144	11114	10939	11022	10328	7728	5536	6326	7040	7699
2023	13864	11619	11509	11551	11139	7752	5596	6413	7151	7833
2024	14958	12473	12433	12434	12308	8084	5680	6521	7282	7986
2025	16026	13300	13332	13289	13473	8347	5743	6607	7391	8116
平均	9709	8344	6876	7166	5991	6323	4919	5513	6058	6566

資料來源：資料來源：TAIGEM-III 預測結果（2006.05）

上述各情境之減量成本如表 3-10 所示。由此可見，減量成本將再度增加，其中兩階段的「及早因應」方案，確實有助於減量成本的降低，值得重視。總之，國際能源價格的新漲勢，對我國以京都模型來達成減量目標，將有雪上加霜之痛，當政者不宜輕忽。我們以為，從經濟衝擊的角度而言，-0.5%的實質 GDP 成長率降幅應是可以接受的最高上限，也是我國在訂定減量目標時對外應爭取的底線。萬一將來國際社會賦予我參與京都彈性機制的機會，或我國在減量技術上（包括節約能源、提升能源效率、發展再生能源與新能源）獲得重大突破，才可考慮更大幅度的減量目標。

（二）對產業結構的影響

黃宗煌等人（2005a）最早針對 2005 年全國能源會議的三種減量模式，提出經濟影響評估結果，其中對能源密集產業之產出的影響如圖 3-18 所示。



圖 3-18. 2005 年全國能源會議之減量情境
對能源密集產業之產出的影響
資料來源：黃宗煌等人（2005a）

本節首先考慮九大產業（農業、礦業、基礎工業、高科技產業、傳統產業、營造業、公用事業、貿易運輸業、以及其他服務業等），來看各產業在各種減量情境下之附加價值配比結構的變動情況，其結果如圖 3-19 所示。由此可知，有部分產業之附加價值將因溫室氣體減量而下降，依其衝擊幅度大小依序為營造業、傳統產業、基礎工業等。至於高科技產業、公用事業、貿易運輸業、以及其他服務業等，則將因減量而增加。值得注意的是，這些產業之附加價值增加的幅度，與減量模式與期程、以及減量幅度均有密切關係，其中高科技產業與公用事業在京都模式下的配比增幅最為顯著。

就能源密集的六大產業（包括鋼鐵、石化、人纖、造紙、電子製品、其他非金屬礦物等）而言，除電子製品外，其餘產業之附加價值配比結構及產出，均將因減量而下降，其中尤以鋼鐵、石化和水泥的降幅較為顯著（見圖 3-20 與圖 3-21）。此一結果與黃宗煌等人（2005a）一致。

由以上的評估結果可以看出，CO₂ 減量確實有抑制能源密集產業的發展，並轉向附加價值較高的高科技產業。

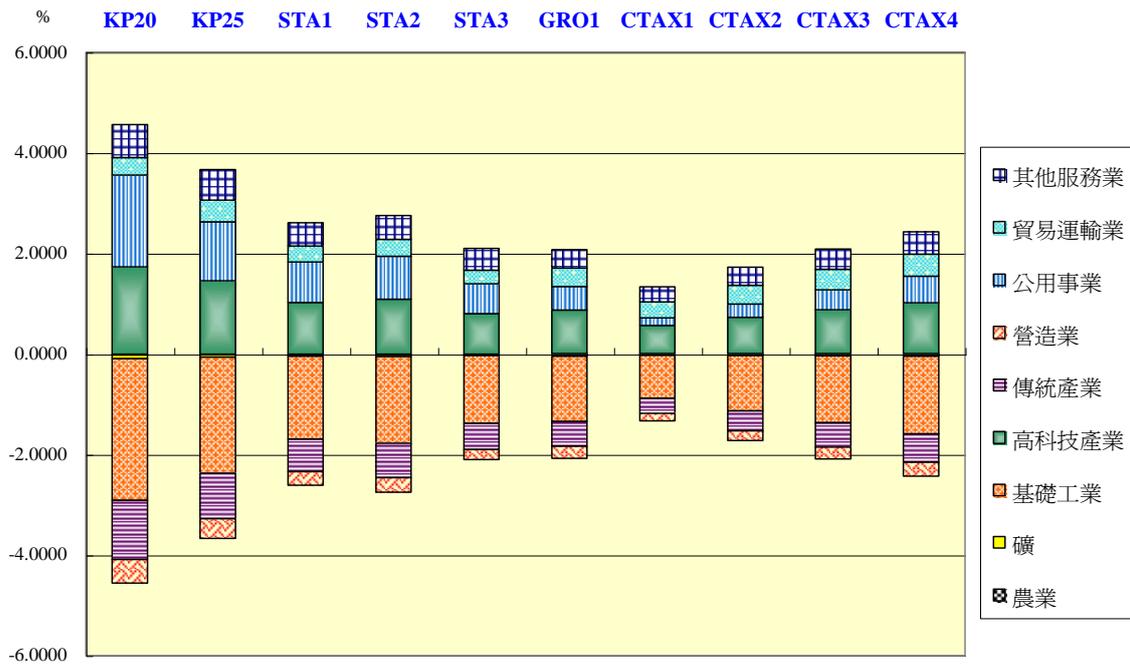


圖 3-19. CO2 減量對九大產業之附加價值配比的影響

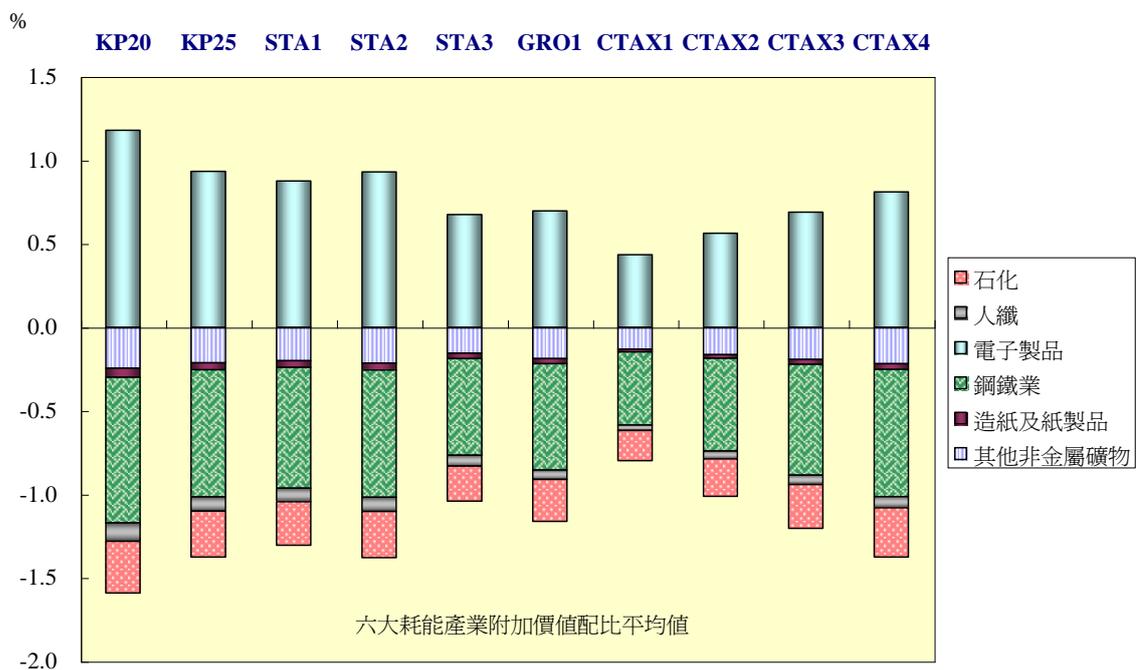


圖 3-20. CO2 減量對能源密集產業之附加價值配比的影響

資料來源：TAIGEM-III 預測結果 (2006.05)

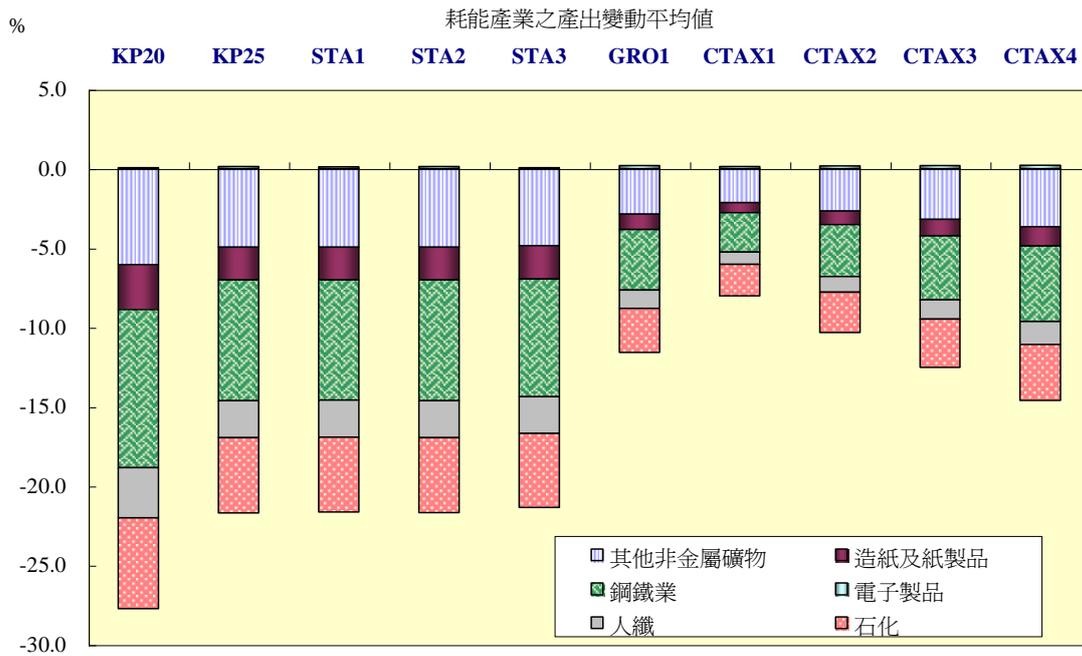


圖 3-21. CO2 減量對能源密集產業之產出的影響
資料來源：TAIGEM-III 預測結果 (2006.05)

3.3 更新的排放基線及其減量影響評估

3.3.1 新設的減量情境

本文首先考慮三種減量情境如下：

- (一) CT1：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬噸。
- (二) CT2：從 2016 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬噸。
- (三) CT3：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準。

由於目標年均為 2025 年，其與減量起始年 (2011 或 2016) 相距僅為 14 年 (或 9 年)，故在現有核電廠如期除役的情境下，減量衝擊之大不難想像；事實上評估結果顯示，在既有核電廠如期除役的情境下，2025 年以後的經濟衝擊將持續擴大。因此，本文另外考慮兩種不除役的情境，並分別在 2025 年及 2030 年將排放量減至 2005 年的水準，此即：

- (一) CT4：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準，但核 123 未除役。
- (二) CT5：從 2011 年起開始減量，於 2030 年減至 2005 年之排放

水準，但核 123 未除役。

3.3.2 模擬結果

(一) 對 GDP 的影響：

茲分別說明對實質 GDP 成長率及實質 GDP 損失率的影響如下：

1. 對 GDP 成長率的影響

在既有核電廠如期除役的情境下，GDP 成長率的基線及三種減量情境下之 GDP 成長率如表 3-11 及圖 3-22 所示。由此可得以下結論：

- (1) 經濟衝擊隨減量幅度提高而以遞增速度增加，且隨時間經過而擴大。
- (2) 及早減量或拉長減量期程均可舒緩後期的經濟衝擊。
- (3) CT3 的衝擊顯非經濟體系所能承受，故其經濟可行性較低，除非未來的低探的能源科技有突破性創新，且其技術效率與使用成本遠低於基準情境。
- (4) 既有核電除役對上述衝擊極具關鍵性角色。若能延後除役，可望降低各情境的衝擊。

表 3-11. 各減量情境下之 GDP 成長率：既有核電廠如期除役

年	基線	CT1	CT2	CT3	年	基線	CT1	CT2	CT3
2007	4.07	4.07	4.07	4.07	2016	3.20	3.10	3.01	2.78
2008	3.82	3.82	3.82	3.82	2017	3.38	3.24	3.19	2.83
2009	3.56	3.56	3.56	3.56	2018	3.34	3.01	3.00	2.29
2010	3.37	3.37	3.37	3.37	2019	3.43	3.06	3.05	2.14
2011	3.65	3.74	3.65	3.62	2020	3.66	3.50	3.48	2.55
2012	3.65	3.66	3.65	3.59	2021	3.21	2.50	2.51	0.72
2013	3.50	3.36	3.50	3.20	2022	3.28	2.49	2.48	0.15
2014	3.58	3.45	3.58	3.24	2023	3.64	3.49	3.45	1.32
2015	3.63	3.51	3.63	3.25	2024	3.14	1.66	1.62	-2.10
					2025	3.19	1.44	1.36	-2.87

如果既有核電廠延後除役（如 CT4 與 CT5），則其經濟成長率如圖 3-23 所示。由此可知，在相同的減量目標下（亦即回歸 2005 年之排放量），延後除役對於舒緩 CO₂ 減量之經濟衝擊的助益確實不容忽視。值得重視的現象是，在既定的減量目標下，無論是 CT4 或 CT5，

對 GDP 成長率的影響委實可觀（前者在 2025 年僅達 0.99%，後者則為 1.46%），如欲改善此一困境，勢須有效推動有助於經濟成長與排放量脫鉤的相關策略。

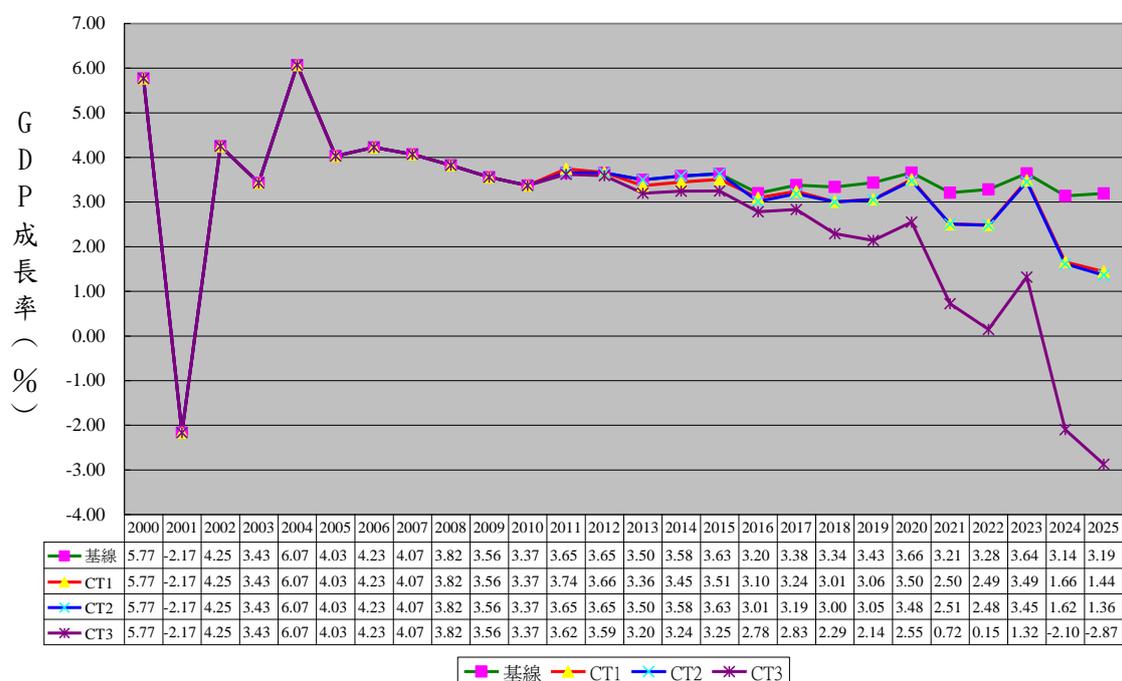


圖 3-22. 各減量情境下之 GDP 成長率：既有核電廠如期除役

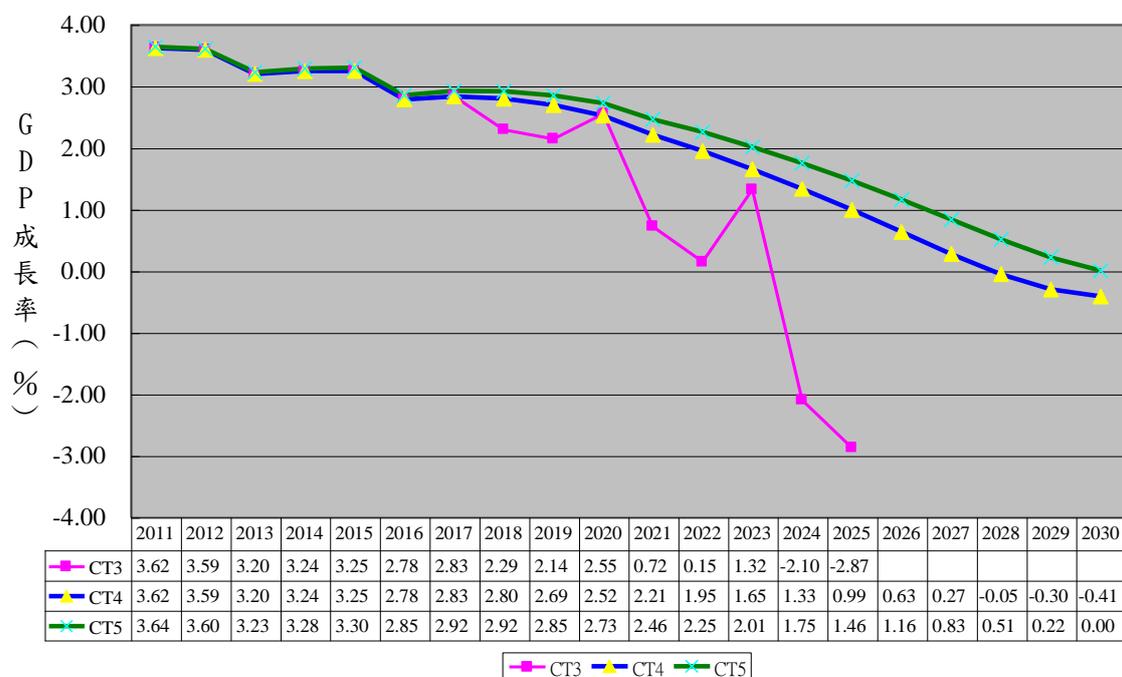


圖 3-23. 在各減量情境下之 GDP 成長率：
既有核電廠如期除役與延後除役的比較

2.對 GDP 損失率及人均 GDP 的影響

對 GDP 損失率⁴⁰的影響如表 3-12 與圖 3-24 所示。由此可以看出，GDP 損失率亦隨時間經過而逐漸擴大，在 2025 年，CT1 與 CT3 之 GDP 損失率分別為 5.92%與 21.67%。

若從人均 GDP 的損失額來說，在 2011 至 2025 年間，CT1、CT2、及 CT3 的人均 GDP 損失額分別為 13.2 千元、18.8 千元、及 51.1 千元。

表 3-12. CO₂ 減量對 GDP 損失率的影響：
既有核電廠如期除役

年	CT1	CT2	CT3
2011	0.09	—	-0.03
2012	0.10	—	-0.09
2013	-0.03	—	-0.38
2014	-0.16	—	-0.71
2015	-0.29	—	-1.08
2016	-0.38	-0.18	-1.47
2017	-0.51	-0.36	-1.99
2018	-0.83	-0.68	-2.99
2019	-1.19	-1.05	-4.20
2020	-1.33	-1.22	-5.22
2021	-2.00	-1.89	-7.51
2022	-2.76	-2.66	-10.32
2023	-2.90	-2.84	-12.33
2024	-4.30	-4.27	-16.78
2025	-5.92	-5.97	-21.67

註：負號代表損失。

(二) 對 CO₂ 減量的影響：

在上述五種情境下之 CO₂ 排放量如圖 3-25 所示，一如減量情境的規劃，CT1 與 CT2 都在 2025 年減至 361 百萬公噸，CT3 與 CT4 均在 2025 年減至 2005 年的排放量（260.8 百萬公噸）。至於各情境下的人均排放量，則如圖 3-26 所示。

⁴⁰ GDP 損失率 = (GDP 變動量 ÷ GDP ×) 100%。

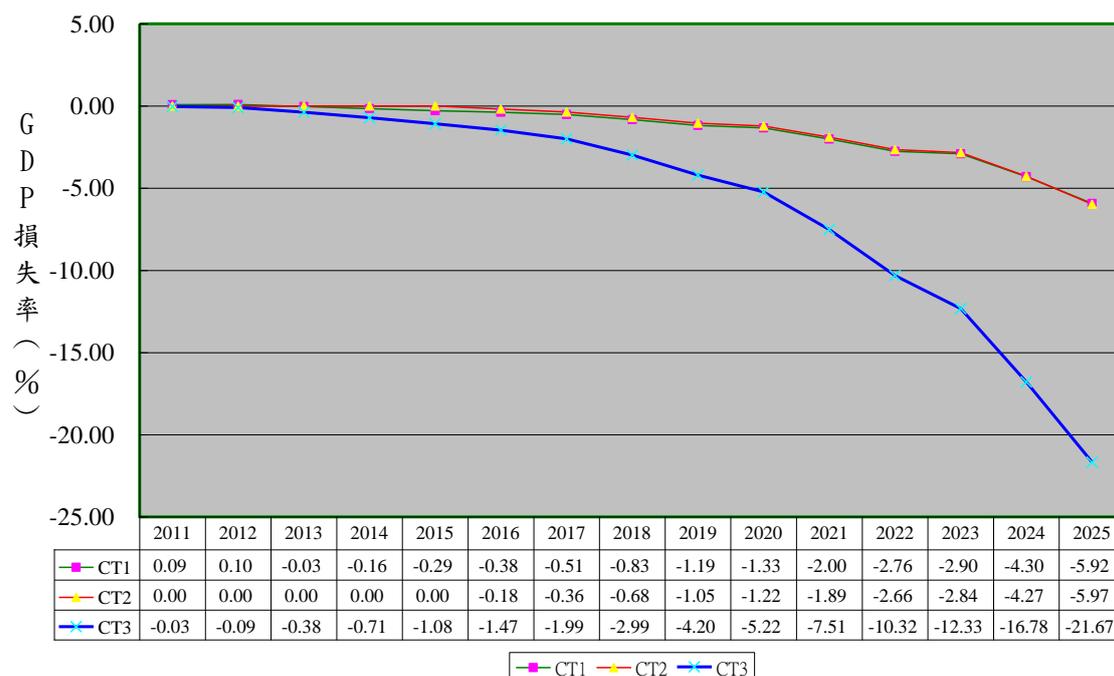


圖 3-24. CO2 減量對 GDP 損失率的影響：既有核電廠如期除役

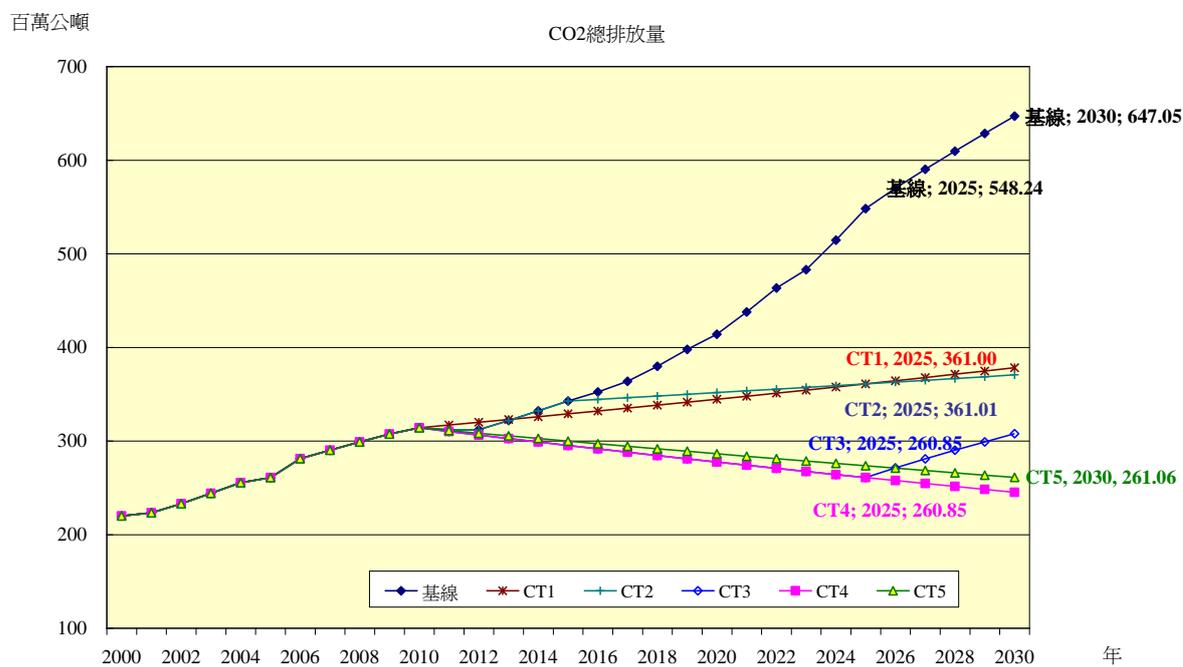


圖 3-25. 各情境下之 CO2 排放量

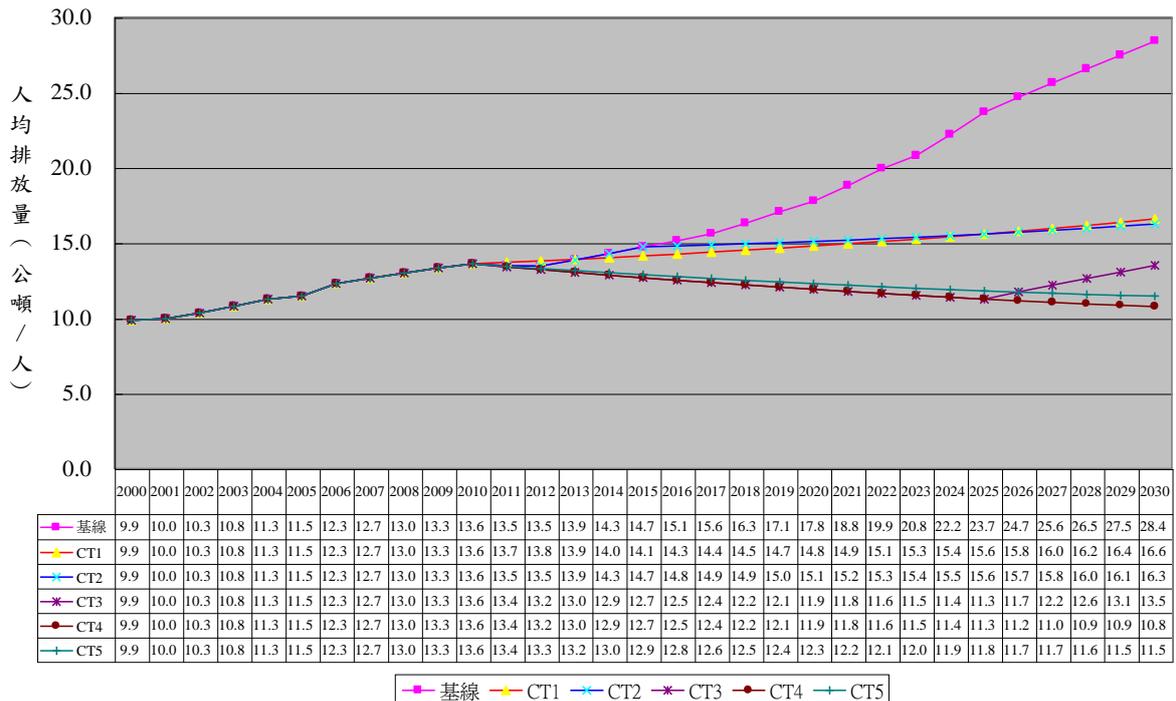


圖 3-26. 各情境下之人均 CO₂ 排放量

(三) 單位 CO₂ 減量的總體經濟成本

CO₂ 的減量成本可從不同角度來衡量，本文所稱的減量成本係以「GDP 降幅除以 CO₂ 的減量幅度」計量之，故本質上是屬於單位減量的總體經濟成本。由表 3-13 可知，單位減量的總體經濟成本可因吾人觀測期間不同而異，由於 GDP 損失隨時間經過而擴大，故觀測期間越長，其平均成本就越高。若就 2011 至 2018 年間來看，以 CT1 之減量成本最低（每公噸 2,054 元），CT 與 CT3 相去不遠，分別為每公噸 3,681 元與 3,616 元；但若放眼至 2025 年，則 CT3 的減量成本將激增為每公噸 7,047 元。若既有核電廠得以延後除役，則減量成本可降至 5,162 元（CT4）或 4,261 元（CT5）。

表 3-13. 各情境下之單位減量成本

期間	單位：元/公噸 CO ₂				
	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
2011-2018	2,054	3,681	3,616	3,505	3,357
2011-2025	3,392	4,585	7,047	5,162	4,621

資料來源：本研究推估。

3.3.3 與其他研究的比較

本研究的評估節結果與其他相關研究的評估結果有若干差異（詳見表 3-14 與表 3-15）。綜合近年來國內學者專家有關實施 CO₂ 減量措

施對國內經濟之影響評估研究報告可知：若我國採取單獨減量，自2011年到2020年限制CO₂排放量，使CO₂排放量於2020年回歸2000年水準，則在不同假設下，GDP成長率平均每年約減少0.2至2.2個百分點；惟若採用提升能源使用效率策略或課徵碳稅但可抵減營利事業所得稅的假設，則GDP減幅可以縮小。

表 3-14. 相關研究之評估結果比較

減量目標	目標年	2020年	2020年	2020年	2020年	2020年	2020年
減量目標	排放量	減量25%	減量25%	3.32億噸	2.73億噸**	2.23億噸**	2.27億噸**
	期程	一步到位法，以課碳稅為工具達成	漸進法以課碳稅為工具達成	2010年之水準(非核+再生+減量)	減至2000年水準	減至2000年水準	減至2000年水準-油價變動後再評估
所採模型		DGEMT	DGEMT	3E多目標規劃模型	AIM	TAIGEM-III	TAIGEM-III
對GDP增加率影響(%)		-1.57	-1.19	-3.72	-0.20	-1.3 ^{註2}	-2.18 ^{註3}
CO ₂ 減量成本(元/公噸)		1,734	1,186		992	3,126(6,859) ^{註4}	4,163(9,709) ^{註5}
資料來源		梁啟源 ⁴¹	梁啟源	張四立 ⁴²	周濟 ⁴³	李堅明等(2005)	黃宗煌等(2006)

註1：**表1998年第1次全國能源會議規劃減量目標。

註2：此為2011至2020年之平均值，因經濟衝擊在減量初期較小，但隨時間經過而遞增，故平均值將較減量當年(2011年)為高。值須一提的事，對GDP成長率的影響也與前一期的成長率有關，故以GDP損失率做為衡量衝擊的指標，較經濟成長率適當(這是許多Bottom-up模型都以GDP損失率做為衝擊指標的原因)。

註3：此為2011至2025年之平均值，因經濟衝擊隨時間經過而遞增，故平均值將較減量當年(2011年)為高。

註4：括弧內數據為2011至2020年之平均值，因減量成本隨時間經過而遞增，故平均值將較減量當年(2011年)的4,163元為高。

註5：括弧內數據為2011至2025年之平均值，因減量成本隨時間經過而遞增，故平均值將較減量當年(2011年)的3,126元為高。

⁴¹梁啟源(2005)，「京都議定書通過後對台灣經濟及產業之影響」。

⁴²張四立(2005)，「因應溫室氣體減量與產業永續發展之最適再生能源發展策略研究」。

⁴³周濟(2006.6)，「運用總體經濟模型評估我國溫室氣體減量目標、策略及經濟影響」；中經院。

表 3-15. CO₂ 減量經濟影響評估

目標年	2025 年	2025 年	2025 年	2025	2025 年	2025 年	2025	2025 年	2025 年	2030 年
減量目標	3.61 億噸 ^{註1}	3.61 億噸	3.61 億噸	3.05 億噸	3.81 億噸	3.44(3.61) ^{註3} 億噸	3.44(3.61) ^{註3} 億噸	2.51(2.61) ^{註3} 億噸	2.48(2.618) ^{註3} 億噸	2.60(2.73) ^{註3} 億噸
所採模型	回到 2011-2012 年水準	回到 2011-2012 年水準 (核能延役)	回到 2011-2012 年水準	自 2006 年起排放年成長率為 1%	自 2006 年起控制在 1% (油價變動後再評估)	2011 年起減量，於 2025 年減至 361 百萬噸。(核 123 除役)	2016 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬噸 (核 123 除役)	2011 年起開始減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準 (核 123 除役)	2011 年起減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準。(核 123 未除役)	2011 年起減量，於 2030 年減至 2005 年之排放水準。(核 123 未除役)
對 GDP 增加率影響(%)	-0.31	-0.13	-0.23	-0.47	-0.53	-0.33	-0.33	-1.30	-0.68	-0.54 ^{註2}
CO ₂ 減量成本(元/公噸)	9,075		5,726 ^{註4}	6,495 ^{註4}	6,323 ^{註4}	2,378 ^{註5} (3,392)	3,692 ^{註5} (4,585)	2,582 ^{註5} (7,047)	2,582 ^{註5} (5,162)	2,553 ^{註5} (4,621)
資料來源	吳再益等 ⁴⁴ (2006.10)	台綜院 ⁴⁵ (2007.3)	黃宗煌等 ⁴⁶ (2005)	黃宗煌等 (2005)	黃宗煌等 (2006)	黃宗煌等 ⁴⁷ (2007.3)	黃宗煌等 (2007.3)	黃宗煌等 (2007.3)	黃宗煌等 (2007.3)	黃宗煌等 (2007.3)

註 1：2005 年第 2 次全國能源會議行政部門規劃目標(2025 年 CO₂ 排放量降至 361 百萬噸)。

註 2：僅推算至 2025 年平均數。

註 3：括弧內數據為總排放量(含燃燒排放量及製程排放量)；其他模型大都未考慮製程排放量。根據經建會委託國內五個研究機構(中研院、中經院、臺綜院、清雲科大、以及成功大學)的五項研究之彙整結果顯示，我國在 2025 年之基線總排放量介於 5.22~5.77 億噸。(見吳榮華等人(2006.09)，「我國 CO₂ 排放基線的推估」，碳經濟月刊，頁 49。

註 4：估計值為長期的平均值，因減量成本隨時間經過而遞增，故平均值將較減量初期的減量成本為高。

註 5：括弧內數據為 2009 至 2025 年之平均值，因減量成本隨時間經過而遞增，故平均值將較減量當年(2011 年)為高。

資料來源：⁴⁴吳再益、陳玟如、黃釋緯(2006.10)，「因應 CO₂ 減量政策我國經濟衝擊及產業結構轉型之研究」；台綜院。

⁴⁵林唐裕(2007.3)，「因應溫室氣體減量之我國短中長期產業發展政策規劃」專家座談會簡報資料；台綜院。

⁴⁶黃宗煌等(2006.12)，「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5)」報告；台經院。

⁴⁷黃宗煌等(2007.3)，「溫室氣體減量的經濟影響評估：兼論既有核電廠除役與延後除役的影響」報告。

此外，就 GDP 成長率的衝擊及減量成本而言，均以周濟（2006）為最小，張四立（2005）則為最大。各研究之差異的主要原因如下：

- (1) 減量幅度不同：例如梁啟源最小。
- (2) 影響效果內涵不同：影響效果若未考慮當期對於未來各期的衝擊（亦即動態效果），其結果較小（如梁啟源、周濟等）。TAIGEM-III 則考慮各期的累積效果，故衝擊較大。同樣的，減量成本也較大。
- (3) 減量期間：減量期間拉的越長，衝擊及減量成本也會較小。TAIGEM 考慮從 2011 年起減量，減量期程較短，故衝擊及減量成本也較大。
- (4) 模型不同：各模型的基準情境不同，自然也會影響結果。例如梁啟源在基準情境中參考工研院的未來能源供應規劃結果，同時又未考慮達到該規劃情境所需之成本，故減量成本也較低。

3.4 二大投資下之減量評估

3.4.1 新設之減量情境

本節首先考慮二種減量情境及核能延役與否：

核電廠	無二大投資		二大投資	
	減量至 372	減量至 257	減量至 372	減量至 257
核能正常 除役	372.25-ND	257.25-ND	372.25-IN-ND	257.25-IN-ND
核能延役	372.25-NE	257.25-NE	372.25-IN-NE	257.25-IN-NE

3.4.2 模擬結果

一、對 GDP 之影響：

茲分別說明對實質 GDP 成長率及實質 GDP 損失率的影響如下：

（一）對 GDP 成長率之影響

在既有核電廠正常除役下，經濟體系在包含二大投資時，GDP 成長率的基線及三種減量情境下之 GDP 成長率如表 3-16 及圖

3-27、圖 3-28 所示。由此可得以下結論：

表 3-16. 各減量情境下之 GDP 成長率 單位：%

年	372.25-ND	372.25-NE	257.25-ND	257.25-NE	372.25-IN-ND	372.25-IN-NE	257.25-IN-ND	257.25-IN-NE
2007	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37
2008	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21
2009	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04
2010	3.95	3.95	3.95	3.95	3.99	3.99	3.99	3.99
2011	4.19	4.19	4.03	4.03	4.19	4.19	4.03	4.03
2012	4.00	4.00	3.91	3.91	4.00	4.00	3.91	3.91
2013	3.32	3.32	3.08	3.08	3.32	3.32	3.08	3.08
2014	3.35	3.35	3.06	3.06	3.36	3.36	3.07	3.07
2015	3.38	3.38	3.02	3.02	5.32	5.32	4.87	4.87
2016	3.23	3.23	2.73	2.73	3.12	3.12	2.58	2.58
2017	3.36	3.36	2.69	2.69	3.31	3.31	2.55	2.55
2018	3.07	3.40	1.94	2.53	3.01	3.37	1.77	2.38
2019	3.00	3.34	1.55	2.25	2.95	3.31	1.36	2.10
2020	3.46	3.38	1.90	1.97	3.43	3.35	1.73	1.81
2021	2.34	3.19	-0.43	1.51	2.25	3.16	-0.64	1.34
2022	2.29	3.19	-1.28	1.10	2.19	3.15	-1.46	0.94
2023	3.36	3.16	0.15	0.66	3.28	3.11	0.02	0.52
2024	1.37	3.16	-3.52	0.26	1.20	3.09	-3.63	0.14
2025	1.05	3.13	-3.92	-0.10	0.85	3.06	-4.00	-0.20
2026	3.01	3.08	9.86	6.98	2.86	3.00	9.95	7.15
2027	2.70	3.02	6.43	5.15	2.57	2.94	6.42	5.25
2028	2.45	2.95	5.88	4.52	2.33	2.87	6.11	4.64
2029	2.24	2.88	5.59	4.00	2.15	2.80	5.70	4.08
2030	2.06	2.80	4.52	3.61	2.00	2.72	4.66	3.69

(1) 圖 3-27 為無減量情境時之基線，吾人可知在包含二大投資及核能延役 (IN-NE) 的情況下 GDP 成長率為最高，其 GDP 成長率大小關係依序為 IN-NE、NE、IN-ND、ND。

(2) 隨著時間 GDP 成長率呈緩慢的下降，直至 2025 年後才劇烈的上升，原因為 2025 年後已無減量之壓力，故 GDP 成長率呈劇烈上升。

(3) 以情境 257.25-ND 及 372.25-ND 來說，前者 GDP 成長率下降幅度大於後者，原因為後者減量壓力較小，故 GDP 成長率較高，但在核能延役下 (情境 257.25-NE 及 372.25-NE)，GDP 成長率均高於核能正常除役的情境。

(4) 及早減量或拉長減量期程均可舒緩後期的經濟衝擊。

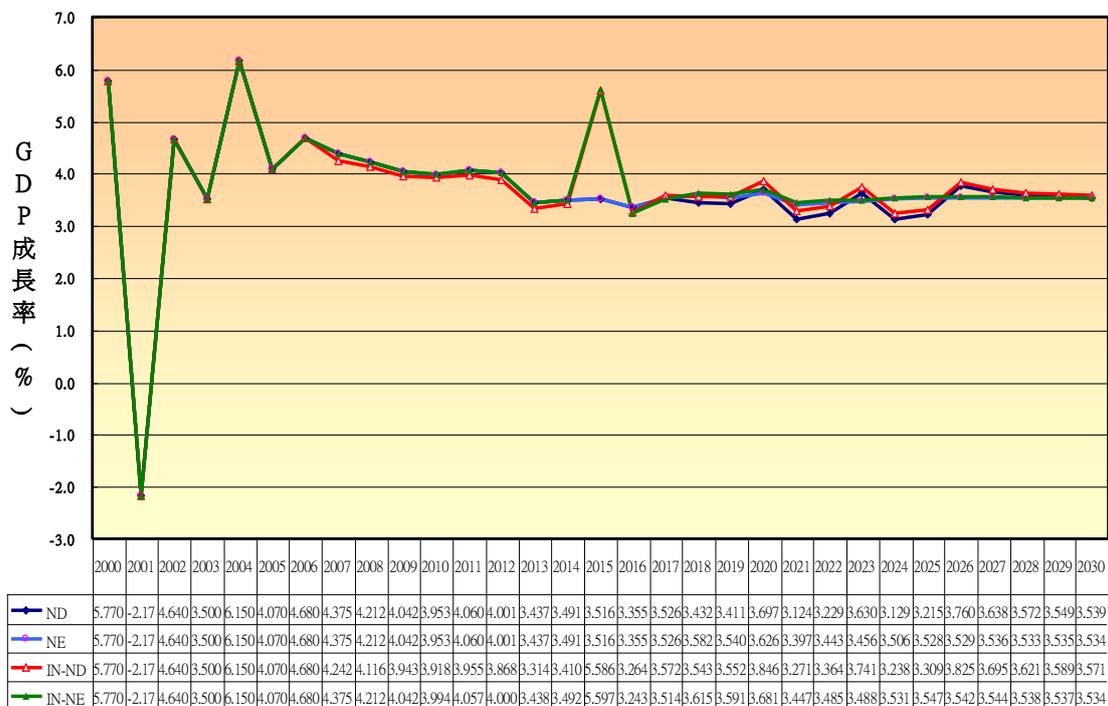


圖 3-27. 含二大投資之 GDP 成長率：基線

資料來源：TAIGEM-III 預測結果

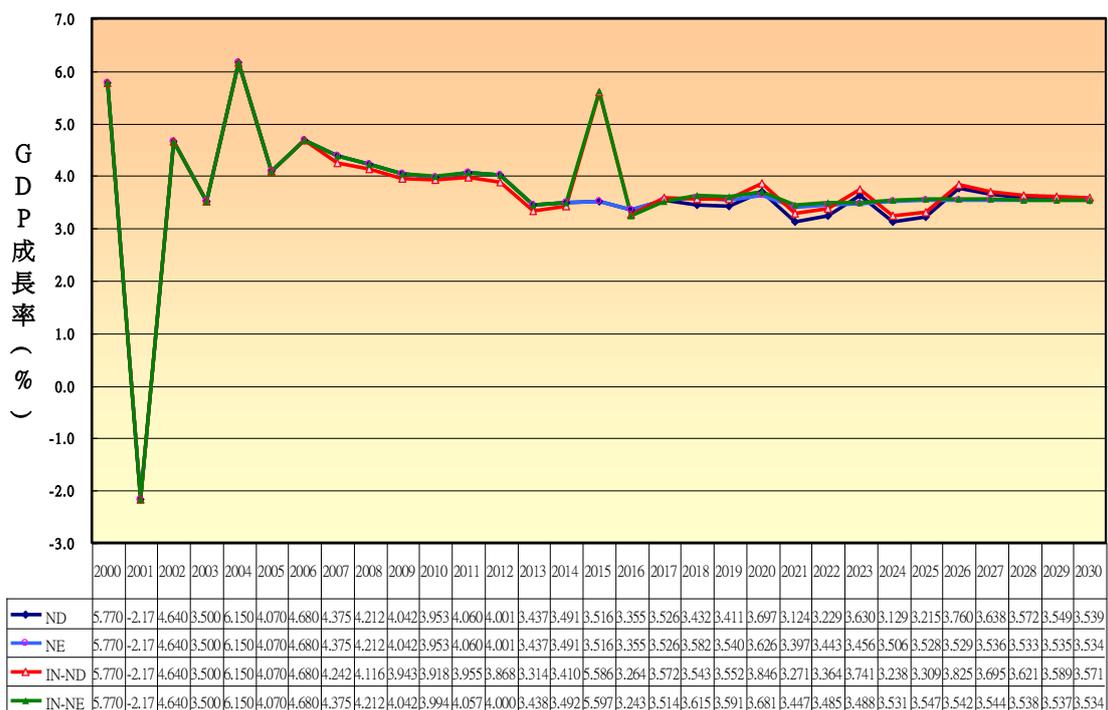


圖 3-28. 各減量情境之 GDP 成長率

資料來源：TAIGEM-III 預測結果

(5) 257.25-ND 所帶來的衝擊非經濟體系所能承受，故其經濟可行性較低，除非未來的低碳能源科技有突破性創新，且其技術效率與使用成本遠低於基準情境。儘管加入二大投資後，情境 257.25-IN-ND

之 GDP 成長率依然為負，但在核能延役下，情境 257.25-IN-NE 之 GDP 成長率可達正值，故吾人可知核能是否延役對總體經濟體系有著莫大影響。

(6) 既有核電除役對上述衝擊極具關鍵性角色。若能延後除役，可望降低各情境的衝擊。

(7) 吾人可知核能延役及二大投資對 GDP 成長率有著正向的影響。

(二) 對 GDP 損失率之影響

表 3-17 及圖 3-29 為減量情境下之 GDP 損失率，GDP 損失率隨著時間經過而增加，可發現減量愈多對 GDP 損失率的負面影響愈大，在包含二大投資情境中影響最劇。吾人綜合表 3-17 及圖 3-29 可知在 2025 年時，情境 372.25-NE 的 GDP 損失率最輕(-2.55%)，情境 257.25-IN-ND 影響最大(-83.1%)。

表 3-17. 各減量情境之 GDP 損失率

年	372.25-ND	372.25-NE	257.25-ND	257.25-NE	372.25-IN-ND	372.25-IN-NE	257.25-IN-ND	257.25-IN-NE
2011	0.13	0.13	-0.03	-0.03	0.13	0.15	0.56	-0.03
2012	0.13	0.13	-0.11	-0.11	0.13	0.16	0.64	-0.14
2013	0.01	0.01	-0.46	-0.46	0.01	0.02	0.36	-0.60
2014	-0.12	-0.12	-0.87	-0.87	-0.12	-0.16	-0.08	-1.19
2015	-0.25	-0.25	-1.34	-1.34	-0.25	-0.56	-1.07	-2.27
2016	-0.37	-0.37	-1.95	-1.95	-0.37	-0.76	-2.11	-3.32
2017	-0.53	-0.53	-2.74	-2.74	-0.53	-1.10	-3.73	-4.91
2018	-0.88	-0.71	-4.14	-3.73	-0.88	-1.55	-6.69	-7.06
2019	-1.28	-0.90	-5.87	-4.93	-1.28	-2.09	-10.59	-9.81
2020	-1.50	-1.14	-7.50	-6.44	-1.50	-2.78	-14.73	-13.47
2021	-2.25	-1.33	-10.69	-8.15	-2.25	-3.45	-22.64	-17.85
2022	-3.13	-1.57	-14.59	-10.23	-3.13	-4.31	-33.34	-23.48
2023	-3.38	-1.84	-17.46	-12.66	-3.38	-5.37	-42.78	-30.55
2024	-5.03	-2.17	-22.78	-15.40	-5.03	-6.71	-61.06	-39.26
2025	-7.03	-2.55	-28.12	-18.36	-7.03	-8.36	-83.10	-49.74

註：負號代表損失。

(三) 對人均 GDP 之影響

表 3-18 及圖 3-30 可知在情境 257.25-ND 在 2025 年時人均 GDP 最低(753.88 千元)，情境 372.25-IN-NE 最高(1048.64 千元)，吾人可了解二大投資及核能延役對人均 GDP 有著正面之影響。但是經過 2025 年後並沒有減量的限制，故人均 GDP 呈明顯上升

趨勢。

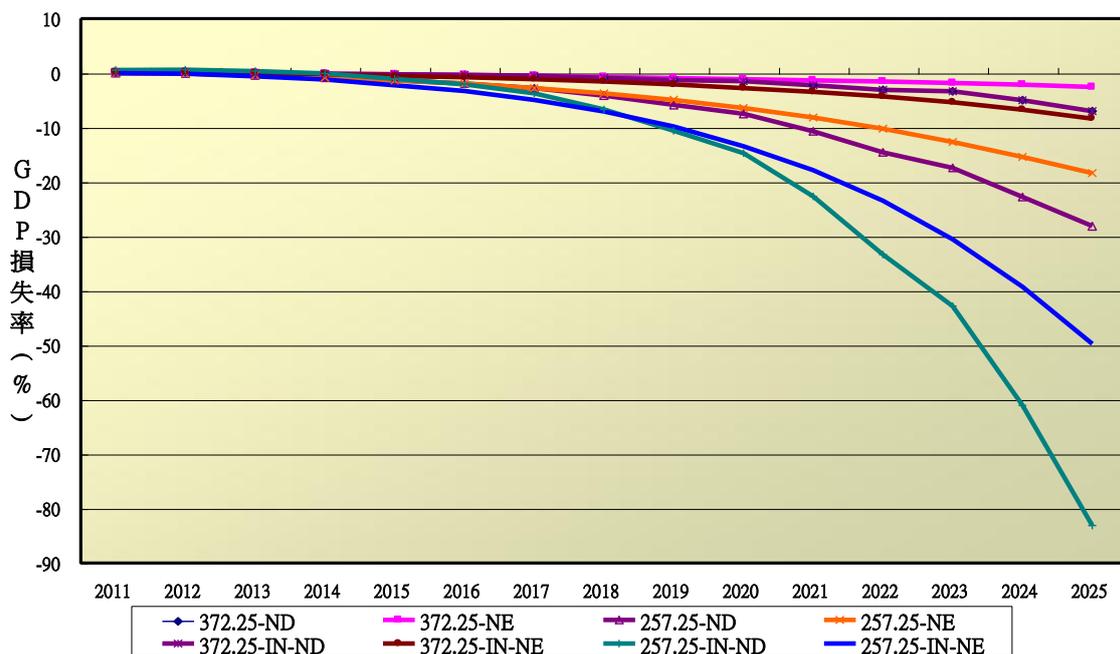


圖 3-29. 各減量情境下之 GDP 損失率

資料來源：TAIGEM-III 預測結果

表 3-18. 各情境下之人均 GDP

單位：千元

年	372.25-ND	372.25-NE	257.25-ND	257.25-NE	372.25-IN-ND	372.25-IN-NE	257.25-IN-ND	257.25-IN-NE
2011	654.26	654.26	653.26	653.26	654.50	654.50	653.50	653.50
2012	679.22	679.22	677.59	677.59	679.47	679.47	677.84	677.84
2013	700.68	700.68	697.39	697.39	700.94	700.94	697.64	697.64
2014	723.22	723.22	717.80	717.80	723.49	723.49	718.07	718.07
2015	746.91	746.91	738.69	738.69	761.17	761.17	752.23	752.23
2016	770.37	770.37	758.21	758.21	784.30	784.30	770.98	770.98
2017	795.83	795.83	778.19	778.19	809.84	809.84	790.23	790.23
2018	820.02	822.65	793.12	797.66	834.03	836.89	803.99	808.84
2019	844.71	850.19	805.45	815.69	858.69	864.70	815.02	825.86
2020	874.24	879.22	821.00	832.03	888.44	893.95	829.37	841.04
2021	895.29	907.90	817.97	845.12	908.98	922.80	824.61	852.90
2022	916.62	937.70	808.20	855.14	929.66	952.68	813.24	861.67

2023	948.56	968.54	810.36	861.81	961.34	983.49	814.40	867.19
2024	963.08	1000.74	783.10	865.43	974.41	1015.54	786.10	869.79
2025	975.04	1034.09	753.88	866.29	984.57	1048.64	756.15	869.73
2026	1006.75	1068.41	830.13	928.88	1015.05	1082.62	833.35	934.10
2027	1036.84	1103.74	885.99	979.41	1043.98	1117.57	889.35	985.85
2028	1065.62	1139.98	941.11	1026.98	1071.77	1153.37	946.70	1034.95
2029	1093.46	1177.14	997.33	1072.02	1098.80	1190.01	1004.36	1081.16
2030	1120.66	1215.15	1046.78	1115.32	1125.42	1227.46	1055.59	1125.72

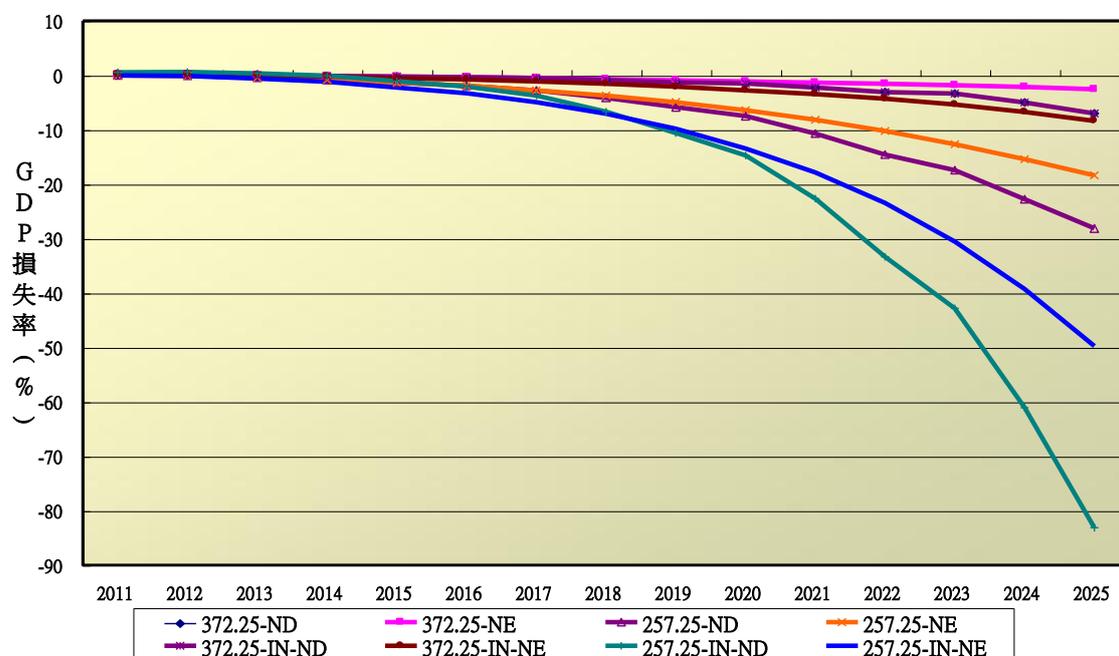


圖 3-30. 各減量情境之人均 GDP

二、各情境之總 CO₂ 排放量及人均 CO₂ 排放量

圖 3-31 及圖 3-32 為各為沒有二大投資情況下及有二大投資情況下之 CO₂ 總排放量，372.25-NE 及 372.25-ND 如同減量情境規劃般的在 2025 年時減量至 372 百萬公噸，257.25-NE 和 257.25-ND 也是。圖 3-33 及圖 3-34 則詳列各情境下之人均排放量。

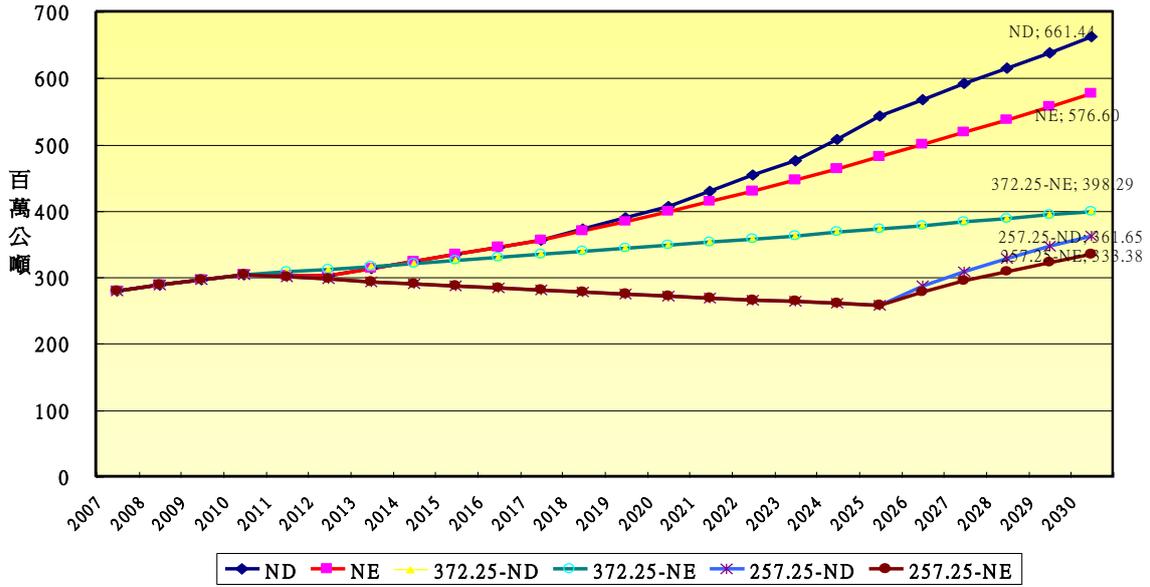


圖 3-31. 各情境下之 CO₂ 總排放量：不含二大投資

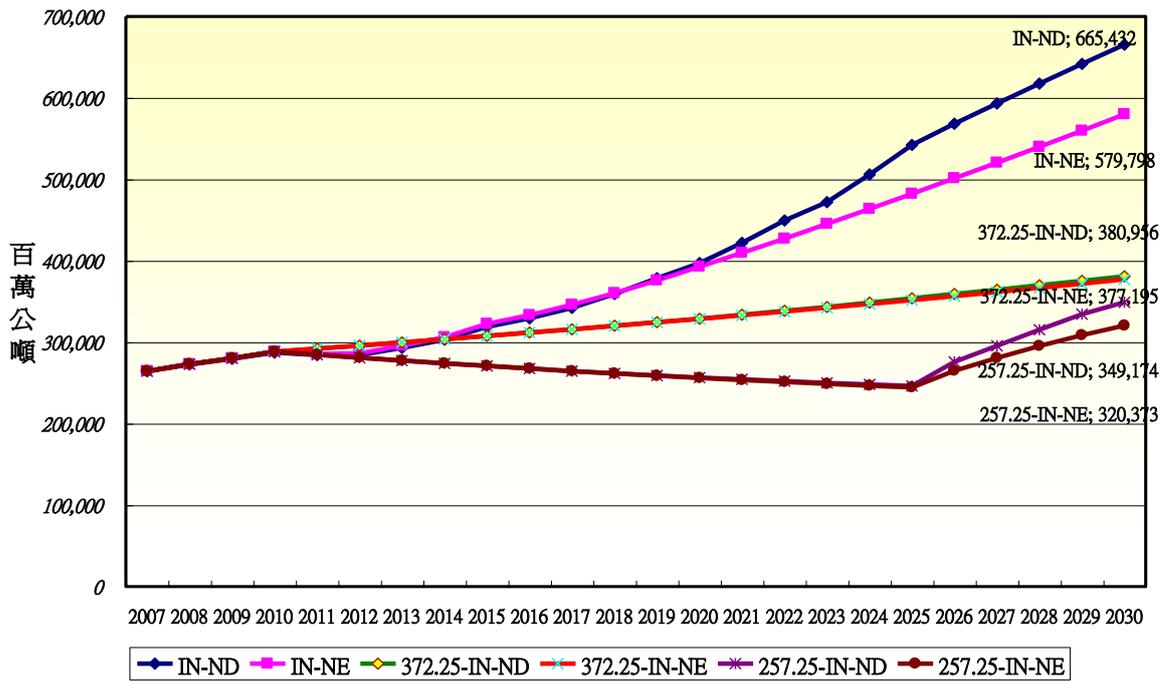


圖 3-32. 各情境下之 CO₂ 總排放量：含二大投資

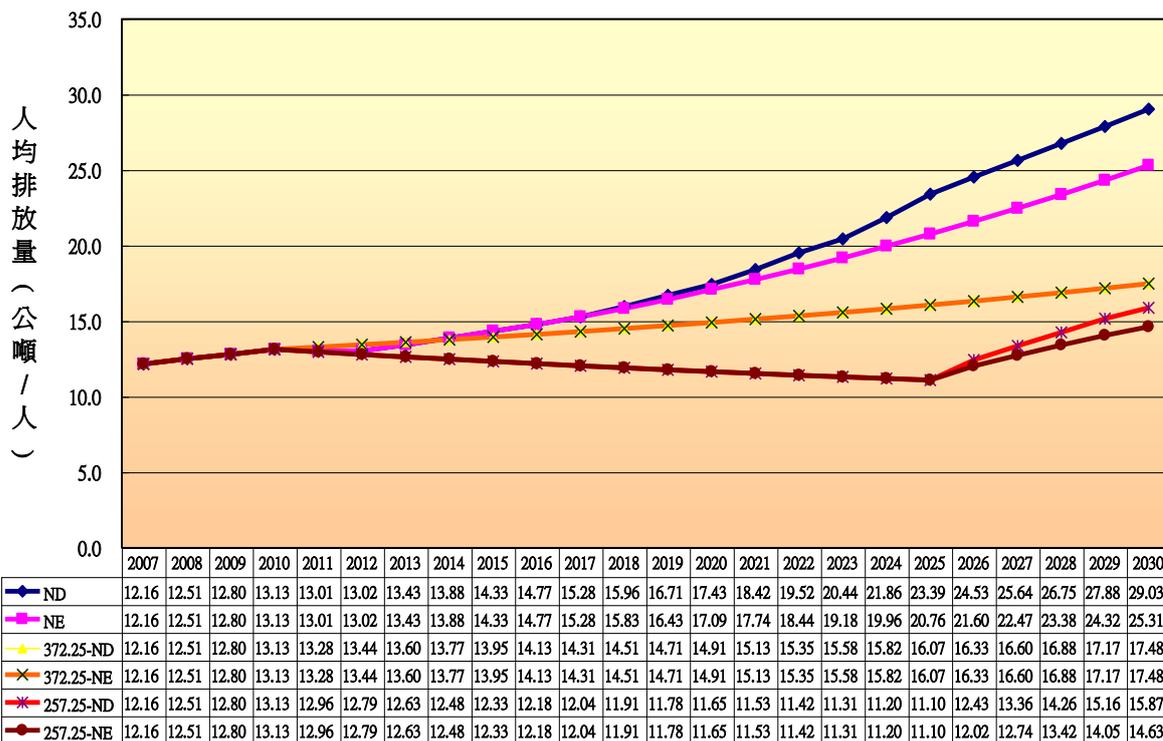


圖 3-33. 各情境下之人均 CO₂ 排放量：不含二大投資

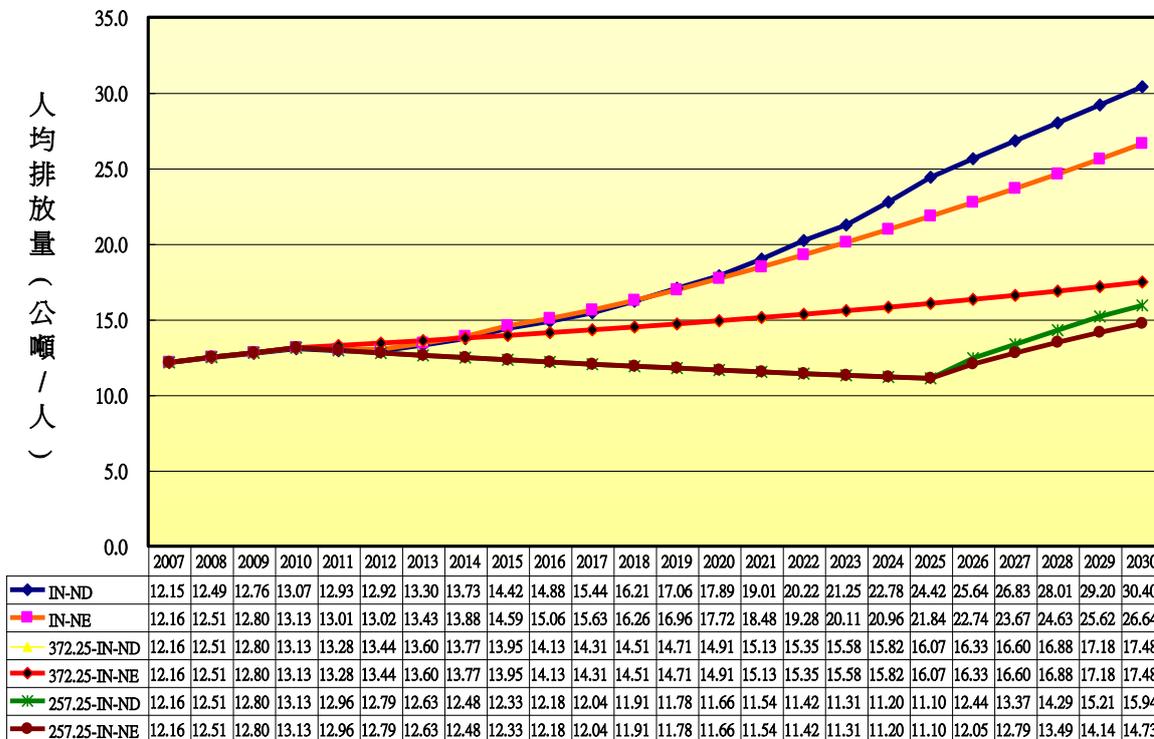


圖 3-34. 各情境下之人均 CO₂ 排放量：二大投資

三、CO₂ 減量之單位總體經濟成本

表 3-19 詳列各減量情境之 CO₂ 減量之單位經濟成本，吾人可以發現情境 372.25-IN-NE 減量成本最低，2011 至 2018 年每公噸平均減量成本為 3899.56 元，情境 257.25-IN-ND 減量成本最高，區間平均 (2011-2018) 為每公噸 18,314.2 元，吾人得到下列幾點結論：

- (1) 二大投資雖然帶來實質 GDP 的上升但也增加 CO₂ 減量之單位總體經濟成本。
- (2) 情境 372.25-IN-NE 區間(2011-2018)單位減量成本較其他情境低是因為二大投資至 2015 年才開始投產，故期初時減量壓力還看不出來。
- (3) (C) 在相同減量目標下核能延役對減量成本較有幫助，故核能延役對總體經濟上之助益。

表 3-19. 各減量情境之單位減量成本

單位：元/tCO₂

年	372.25-ND	372.25-NE	257.25-ND	257.25-NE	372.25-IN-ND	372.25-IN-NE	257.25-IN-ND	257.25-IN-NE
2011	3016.71	3016.71	3367.90	3367.90	11386.53	3015.69	112725.72	3366.72
2012	2098.07	2098.07	3290.58	3290.58	9665.71	2097.07	-26625.53	3291.40
2013	564.60	564.60	4001.32	4001.32	17421.33	560.29	-2873.75	4001.55
2014	7957.48	7957.48	4480.66	4480.66	116325.22	7938.96	326.65	4480.70
2015	4820.32	4820.32	5035.73	5035.73	-7063.05	4556.53	2678.42	5250.18
2016	4430.49	4430.49	5805.76	5805.76	-3143.63	4213.07	4060.66	5997.04
2017	4422.48	4422.48	6776.45	6776.45	-355.95	4320.95	5656.61	7059.09
2018	5033.60	4459.27	8449.60	7878.35	2277.42	4493.91	7889.71	8255.76
2019	5459.28	4508.39	10183.53	9093.98	3845.38	4663.54	9985.08	9527.45
2020	5290.68	4645.09	11527.99	10545.22	4341.61	4891.90	11541.70	10986.74
2021	6249.02	4675.42	14217.04	12079.29	5799.52	5006.16	14304.16	12481.77
2022	7099.05	4823.83	17033.80	13878.23	6968.54	5215.54	17078.10	14189.69
2023	6830.75	5049.80	18768.44	15865.90	6969.44	5487.78	18749.67	16041.95
2024	8448.60	5368.56	21677.43	17992.49	8698.23	5843.01	21495.40	18010.70
2025	10056.77	5755.63	23982.39	20166.97	10386.33	6260.97	23666.71	20022.23
2011-2018	4042.97	3971.18	5151.00	5079.59	18314.20	3899.56	12979.81	5212.80
2011-2025	4309.37	4092.29	6291.95	6027.59	15470.06	4075.19	12536.53	6221.66

資料來源：本研究推估。

四、CO₂ 減量對產業附加價值之影響

圖 3-35 為 CO₂ 減量對九大產業附加價值之影響，吾人可知有許多產業之附加價值將會因溫室氣體減量而下降，依其衝擊幅度大小依序為其他服務業、貿易運輸業及營造業等，至於公用事業、高科技產業及基礎工業等都會將因減量而增加。

就六大能源密集產業（鋼鐵、石化、人纖、造紙、電子製品及其他非金屬礦物等）而言，電子製品業之附加價值變動始終為正，與 3.2.1 節不同的是，人纖業之附加價值變動都為正，鋼鐵業也只有情境 257.25ND 及 257.25-IN-ND 為負(見圖 3-36 及圖 3-37)，其餘情境也都為正。

面對 CO₂ 減量，各產業中只有電子製品業之實質產出增加，其餘耗能產業均呈下降的趨勢，吾人可知減量確實對能源密集產業有抑制的效果，並使電子製品等相關耗能較少的高科技產業蓬勃發展。

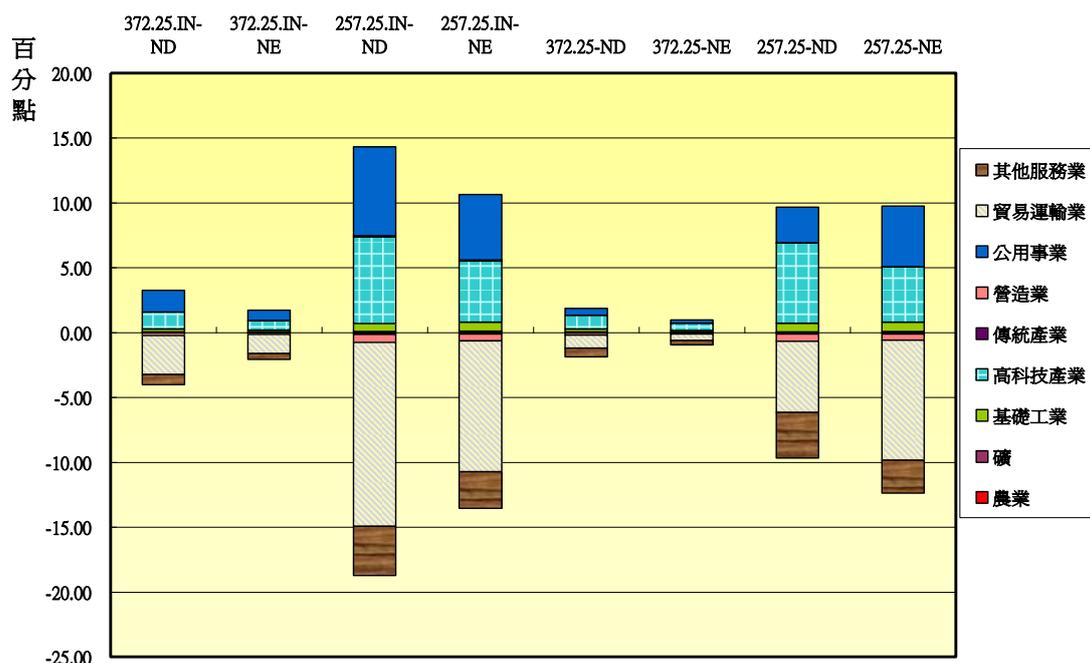


圖 3-35. 對九大產業之附加價值配比影響：2011-2025 平均值

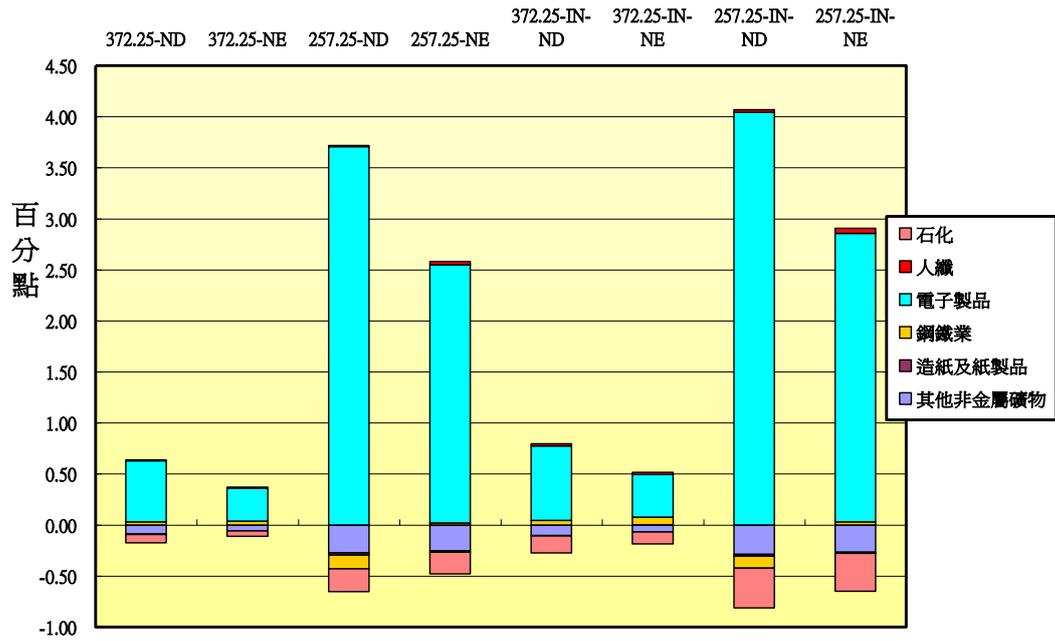


圖 3-36. 對能源密集產業附加價值配比之影響：2011-2025 平均值

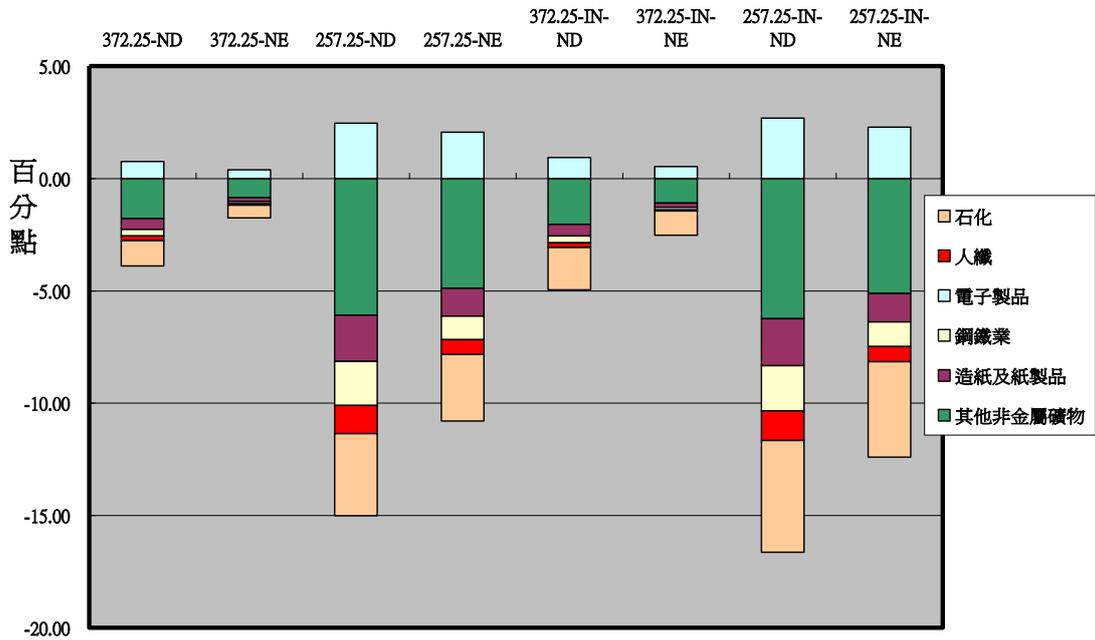


圖 3-37. CO₂ 減量對能源密集產業之實質產出之影響：2011-2025 平均值

第四章 總量管制與排放交易之情境影響評估

4.1 前言

「總量管制與交易」(cap and trade) 中的「總量管制」(cap)，意指中央主管機關先行決定總排放權數量及其於個別排放源間之最初配置，並限制個別排放源之實際排放量不得大於其所擁有之排放權數量；而「交易」(trade) 則是建置排放權交易市場，藉由市場機制創造經濟誘因，使經濟條件與減量成本互異之排放源，經由交易而大幅降低為達管制標準所須付出的成本。與傳統「命令與管制」(command and control) 方式相較下，排放交易因允許「總量管制」規範與「交易」機制共同運作，故不但能有效達成污染管制目標，同時更兼具「成本有效性」之優點。

排放交易之學理基礎源自 Coase 定理 (Coase, 1960)，Crocker (1966) 首先提出可交易排放權的概念，用以配置廠商間對污染控制的負擔；爾後經 Montgomery (1972) 以嚴謹的理論基礎，證明排放交易為具有「成本有效性」的政策工具 (Hinchy *et al.*, 1993；李堅明，2000)，而實證文獻中亦有諸多證據支持其有效減量以及降低成本之功能 (如 Tietenberg, 1995；Lashof, 1991；Bohm, 1993；Bohm and Larson, 1994)。排放交易之付諸實作最早可溯及 1974 年美國環保署為管制空氣污染所施行的「排放交易計畫」(Emission Trading Program)⁴⁸，時至今日已逾 30 年之久，其應用範疇除國家或地區性的環境管制外 (如空氣污染物與水資源管理)，亦於全球溫室氣體減量政策上備受矚目，是為《京都議定書》三大彈性機制之一。

根據京都議定書規範，附件 B 國家於 2008 至 2012 年間可進行跨國碳排放交易，意謂著碳經濟時代的來臨。目前碳排放交易體系之建立與運作已在全球陸續展開，如 2003 年美國東北九州於芝加哥氣候交易所 (Chicago Climate Exchange) 自願性交易溫室氣體排放許可；2005 年由歐盟 25 個成員國所成成立的「歐盟排放交易方案」(European Union Emission Scheme)，是為目前世界上規模最大的跨

⁴⁸ 該計畫中允許限量交易五種空氣污染物之排放減量證明 (emission reduction credits, ERCs)，包括揮發性有機物 (VOCs)、一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO₂)、微粒物質 (particulate matter) 及氮氧化物 (NO_x) 等。目前美國境內之交易系統包括 1990 年空氣清淨法酸雨計畫 (Acid Rain Program) 中的 SO₂ 交易系統、1997 年伊利諾州污染減量市場系統 (Emission Reduction Market System) 以及 2003 年美國東北九州於芝加哥氣候交易所 (Chicago Climate Exchange) 自願性交易溫室氣體排放許可等。

國溫室氣體排放交易體系。我國為因應此一世界潮流，政府已於 2005 年全國能源會議達成「建立 CO₂ 減量之行政管理機制目標」結論，其中一項重要工作即為模擬建置能源產業排放交易體系。雖然按京都議定書規範，第一承諾期程（2008-2012 年間）只允許附件 B 國家參與排放交易，然及早建置國內排放交易制度，將有助於國內先期減量行動之推動，同時國內企業可透過「做中學」（learning by doing）累積實作經驗，提升其參與排放交易的能力，作為未來進入國際排放交易市場之基礎。

誠如上述，「總量管制與交易」具體闡述排放交易制度的內涵，亦勾勒出交易制度規劃與設計的兩大環節—「確認總量管制路徑」與「設立交易制度」。本章目的乃是分析這兩個面向的議題，內容安排如下：第二節說明總量管制最適路徑之決定，第三節為排放交易相關文獻回顧，內容著重於排放交易效率及其影響因素，第四節評估國內排放交易的市場潛力，主要結論及政策建議則彙整於最後一節。

4.2 總量管制的最適路徑

如前所述，施行排放交易制度之首務乃決定總量管制數量，為以成本有效的方法達成某一既定的溫室氣體減量目標，則必須審慎規劃總量管制之最適路徑。近年來，隨著後京都國際氣候協定談判陸續展開，國內對於是否設定溫室氣體減量目標及減量期程等議題產生熱烈討論，例如今年（2007）立法院審議《溫室氣體減量法草案》時，確認國家的減量目標及減量期程是兩個層次的問題，其中減量目標之訂定取決於各國的經濟利益、能源結構、減量技術以及環境偏好，而至於所訂定的目標是否為其他國家所認同，則需經由國際談判協商，因此具高度不確定性；而設定減量期程並非自我設限，乃是因溫室氣體減量是一項長期艱鉅的工作，並非一蹴可成，因此在確認減量目標規範後，應審慎規劃每年減量額度，循序漸進達成減量目標規範，此舉不僅有助於降低減量成本，同時將使減量工作之進行有所依循，並可作為日後檢驗減量成效時之考核根據。

究竟國家「需不需要」訂定具體的減量目標？需要訂定多少的減量目標？這些問題涉及政治及經濟層面的主觀價值考量，以及國際協商的不確定性，並非此處討論的重點；反之，減量期程規劃乃是在既定的減量目標規範下，以動態最適化（dynamic optimization）方法，探究減量工作進行之時間表（timetable），這個議題的研究係立基於客觀的學理基礎，目的在於促使溫室氣體減量符合成本有效性原則，俾利減量工作之推動，是為本節研究焦點之所在。

現有文獻對於前述議題之研究，大多著重於達成既定減量目標下之減量成本評估，研究方法則是以可計算一般均衡（computable general equilibrium, CGE）分析為主（如李堅明等，2005），惟囿於CGE 模型之限制，這些研究在模擬情境設定上，多在外生給定的減量期程下從事分析（例如以平均分配方式，將既定減量目標攤提至減量期間的各個年度）；然而誠如前文所述，減量期程之規劃係為達成成本有效性減量目標之重要一環，因此若能在從事模擬評估之前，先以動態最適化理論內生決定溫室氣體減量路徑，將可更客觀地評估減量成本，亦可對現有文獻作重要補充。

基於上述，本節主要目的乃在探討溫室氣體總量管制之最適路徑，並說明相關氣候政策設計之邏輯原理。本節分析與現有研究不同處主要有三，茲分述如下：首先，在減量行動與碳稅政策設定方面，我們沿襲 Kennedy（2002），將減量行動區分為「技術減量」（technological abatement）及「行為減量」（behavioral abatement）兩大類，其中「技術減量」係指藉由資本投資來改變經濟活動與 CO₂ 排放量兩者間的關係（例如採用碳儲存技術或高能源效率之機器設備等），而「行為減量」則是在不改變上述關係下，透過減少經濟活動或改變生活習慣來降低 CO₂ 排放量（例如縮減生產規模、降低能源消費等）；然有別於 Kennedy（2002），我們具體刻劃碳稅政策與上述兩種減量行動之關係：碳稅稅率的高低將直接改變「行為減量」之多寡，間接影響「技術減量」水準之高低，這是因為當碳稅稅率較高時，將使得排放 CO₂ 之相關經濟活動或是含碳化石能源的相對成本提高，經濟個體因而減少相關經濟活動之進行，或改以其他生產要素替代化石能源，以致於「行為減量」水準提高；而碳稅稅率之所以影響「技術減量」水準，則是由於當碳稅稅率提高時，意味著排放 CO₂ 所須負擔的成本變大，因此將誘發減量投資，致使「技術減量」水準提高。上述設定有助於釐清碳稅政策對經濟個體減量行動之影響，亦可進一步探究在相同的總減量目標下，若要求不同的「技術減量」及「行為減量」目標，對碳稅稅率及 CO₂ 總量管制最適路徑有何影響。

其次，在減量目標設定方面，現有文獻之設定方式與實際政策研議內容並不完全相符，如 Kennedy（2002）將減量目標設定為某一段期間內 CO₂ 總排放量不得超過給定上限，又如 Goulder and Mathai（2000）限制減量期間終了後，大氣中溫室氣體濃度必須低於某一上限；然而按今年《溫室氣體減量法》（草案）規劃：「我國 CO₂ 排放量在 2030 年須回歸 2005 年水準」，這種管制方式並非對 CO₂ 總排放量或大氣中溫室氣體濃度直接設限，而是限制規劃期間終點之排放水準，基此，為能反映實際政策規劃所面對的問題，本節採取此種減量

目標設定方式。

最後，本文整合理論分析與數值模擬方法，兩者相輔相成：一方面，我們根據上述設定建立理論模型，分析碳稅稅率及 CO₂ 排放量最適路徑之定性 (qualitative) 性質，這些性質可藉由定量 (quantitative) 數值模擬分析得到驗證；另一方面，數值模擬分析立基於嚴謹的理論架構，因此模擬結果可強化所得定性結論之合理性，並可與實際政策設計作更緊密的結合。

本節內容安排如下：第一小節建立理論模型，求解並分析碳稅稅率、CO₂ 減量與排放量之最適路徑，同時說明影響這些變數最適路徑的因素；第二小節為數值模擬分析，主要著重於理論模型之實際政策應用；最後一小節則為結論與政策建議。

4.2.1 理論模型

考慮一經濟體系，其在未採取任何 CO₂ 減量行動下之基線 (baseline) 排放量為 $B(t)$ ，令 $B(t) = B_0 e^{\sigma t}$ ，其中 B_0 為期初排放量， σ 為排放量成長率。此經濟體系可透過「技術減量」以及「行為減量」兩種方式進行 CO₂ 減量。令 $R(t)$ 代表技術減量水準，其為減量投資資本存量 $K(t)$ 的函數：

$$R(t) = \beta K(t) \quad (1)$$

其中 $\beta > 0$ 為技術效率參數，其數值愈大代表減量技術愈有效率。減量投資之資本累積方程式可表示為：

$$\dot{K}(t) = -\alpha K(t) + I(t) \quad (2)$$

其中 $\alpha > 0$ 為折舊率， $I(t)$ 為減量投資。

當技術減量水準無法達到減量目標時，則必須以行為減量來滿足，令 $Z(t)$ 表示行為減量水準，其所對應的減量成本函數為：

$$C(t) = C(Z(t)) \quad (3)$$

其中 $C' > 0$ 且 $C'' > 0$ ，意味著行為減量之邊際成本為正，且邊際成本隨減量水準增加而上升。令 $E(t)$ 為實際排放量，則 $Z(t)$ 可進一步表示為 $Z(t) = B(t) - R(t) - E(t)$ 。

根據上述設定，以下我們分析一國在某既定政策管制目標下，如何選擇最適減量投資水準 I 及實際排放量 E ，以追求總減量成本極小化，其問題可表示為：

$$\min_{\{I,E\}} \int_0^T [P(I(t))I(t) + C(Z(t))] e^{-\delta t} dt$$

$$\text{s.t.} \quad \dot{K}(t) = -\alpha K(t) + I(t) \quad (4)$$

$$\dot{S}(t) = E(t)$$

$$K(0) = 0 ; R(K(T)) = \bar{R} ; S(0) = S_0 ; E(T) = \bar{E}$$

式中 $P(\cdot)$ 為資本財價格，其為減量投資的函數，此處我們沿襲 Goulder and Mathai (2000) 一文，假設 $P(I(t)) = I(t)$ ，隱含減量投資愈多時，資本財價格也會愈高，是故減量投資之平均成本將隨投資規模擴大而上升； δ 為折現率； $S(t)$ 為 CO_2 累積排放量， $\dot{S}(t)$ 則代表 CO_2 累積排放量之變動，其等於基線排放量 ($B(t)$) 扣除總減量 ($R(t) + Z(t)$)，相當於實際排放量 $E(t)$ 。而由於本文模型中共有 $K(t)$ 及 $S(t)$ 兩個狀態變數 (state variables)，故需設定四個橫截性條件 (transversality conditions) 方能求解，其中前兩個條件與資本存量有關，包括 $K(0) = 0$ (假設期初資本存量為 0) 與 $R(K(T)) = \bar{R}$ (限制期末技術減量水準為 \bar{R})；後兩個條件則是與 CO_2 排放量有關，包括 $S(0) = S_0$ (期初 CO_2 累積排放量為 S_0) 以及 $E(T) = \bar{E}$ (限制期末 CO_2 實際排放量等於 \bar{E})。

上列最適控制問題之當期 (current-valued) Hamiltonian 函數為 (省略 t)：

$$\tilde{H} = -[I^2 + C(Z)] + \lambda[-\alpha K + I] - \tau[E] \quad (5)$$

其中 $\lambda > 0$ ， $\tau > 0$ ，兩者均為共態變數 (co-state variables)， λ 可詮釋為減量投資資本存量之影子價格 (shadow price)， τ 則為額外一單位 CO_2 排放之影子成本 (shadow cost)。利用極大值原理 (maximum principle) 導出之一階條件如下所示：

$$2I = \lambda \quad (6)$$

$$C' = \tau \quad (7)$$

$$\dot{\lambda} = (\delta + \alpha)\lambda - C'\beta \quad (8)$$

$$\dot{\tau} = \delta\tau \quad (9)$$

式(6)說明最適投資水準決定於邊際投資成本與邊際投資效益(資本存量之影子價格)相等之處。式(7)則表示最適排放水準決定於邊際減量成本與CO₂排放影子成本相等之處,由於邊際減量成本等於最適碳稅稅率是成本有效性的條件,故此處的CO₂排放影子成本可詮釋為最適碳稅稅率。式(8)刻劃資本存量影子價格隨時間變動的過程,可拆解為三個部分:首先,由於 λ 為當期共態變數,故其以 δ 的速率成長;其次,由於資本存量之折舊率為 α ,意即現有資本存量以 α 的速率下降,因此其價格(λ)以 α 的速率上升,我們將前兩項合併稱之為「資本存量影子價格自發性成長」,成長率為 $(\delta+\alpha)$;最後,因 $C' > 0$ 且 $R' = \beta > 0$,兩者之積為正,故 λ 會隨時間經過而下降,這是由於隨時間經過,距離期末 T 愈近,可使用減量資本存量(如減量機械設備)來降低減量成本的時間變短,其價值也就變得較低。式(9)刻劃CO₂影子成本(最適碳稅稅率)隨時間變動的過程,由於 τ 為當期共態變數,故其以 δ 的速率成長。

接下來我們探討各變數隨時間變動的過程:首先,利用式(9)得知 $\dot{\tau}/\tau = \delta$, τ 之成長率為 δ ,可表示為 $\tau(t) = \tau_0 e^{\delta t}$,由於 $\tau(t) > 0$,故 $\tau_0 > 0$,代表期初所需課徵之碳稅稅率,其數值將由外生給定之橫截性條件決定之。其次,將式(7)對 t 作微分,再代入式(9),整理後可得 $\dot{Z} = (1/C'')\dot{\tau} = (1/C'')\delta\tau > 0$,意味著行為減量水準將隨時間經過而增加。再者,將式(7)代入式(8)中,整理可得 $\dot{\lambda} = (\delta + \alpha)\lambda - \tau\beta$,由此式可知, λ 隨時間經過有可能上升,亦有可能下降,惟有 $(\delta + \alpha)\lambda > \tau\beta$ 時, $\dot{\lambda} > 0$,易言之,當資本存量影子價格自發性成長率充分大時,資本存量影子價格將隨時間經過而增加;最後,將式(6)對 t 作微分,整理可得 $\dot{I} = (1/2)\dot{\lambda}$,故減量投資隨時間經過是上升抑或下降,端視 $\dot{\lambda}$ 之正負而定,當資本存量影子價格增加時,投資水準將隨之增加。

欲求解上列微分方程組,必須先給定成本函數形式,在此我們令 $C(t) = [Z(t)]^2$,此設定符合前文 $C' > 0$ 且 $C'' > 0$ 之假設。以下說明詳細求解過程:首先,我們根據式(6)可得 $I = \lambda/2$,代入式(2)中可得:

$$\dot{K}(t) = -\alpha K(t) + \lambda(t)/2 \quad (10)$$

其次,將式(7)代入式(8)中得:

$$\dot{\lambda}(t) = (\delta + \alpha)\lambda(t) - \beta\tau(t) \quad (11)$$

最後,給定 $C(t) = [Z(t)]^2$,可將式(7)改寫為 $Z(t) = \tau(t)/2$,將其代入 $\dot{S}(t)$ 之定義式中,可得:

$$\dot{S}(t) = E(t) = B(t) - R(t) - Z(t) = B_0 e^{\sigma t} - \beta K(t) - [\tau(t)/2] \quad (12)$$

式(9)～式(12)四式聯立求解，可得 $\tau(t)$ 、 $K(t)$ 、 $\lambda(t)$ 以及 $S(t)$ 之最適路徑，如下所示：

$$\tau(t) = \tau_0 e^{\delta t} \quad (13)$$

$$K(t) = c_1 e^{-\alpha t} + \left(\frac{c_2}{2(\delta + 2\alpha)} \right) e^{(\delta + \alpha)t} + \left(\frac{\beta \tau_0}{2\alpha(\delta + \alpha)} \right) e^{\delta t} \quad (14)$$

$$\lambda(t) = c_2 e^{(\delta + \alpha)t} + \left(\frac{\beta \tau_0}{\alpha} \right) e^{\delta t} \quad (15)$$

$$S(t) = \int [B_0 e^{\sigma t} - \beta K(t) - \tau(t)/2] dt + c_3 \quad (16)$$

上列四式中共有四個待決參數，包括 c_1 、 c_2 、 c_3 與 τ_0 ，其數值乃根據前文所設定的四個橫截性條件 $K(0)=0$ 、 $R(K(T))=\bar{R}$ 、 $S(0)=S_0$ 及 $E(T)=\bar{E}$ 決定之，而將這些滿足橫截性條件之參數分別代回上列四式，即可求出各變數之最適路徑。

以下我們將依據上述求解邏輯，分別說明碳稅稅率以及 CO_2 減量與排放量之最適路徑。首先探討碳稅稅率 τ 之最適路徑求解過程。將式(13)、 $R(K(T))=\bar{R}$ 及 $E(T)=\bar{E}$ 代入式(12)中可得 $E(T)=\bar{E}=B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - [\tau_0 e^{\delta T}/2]$ ，移項整理求出 τ_0 ，如下所示：

$$\tau_0 = 2(B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E}) e^{-\delta T} \quad (17)$$

由於 $\tau_0 > 0$ ，故期末行為減量水準 $Z(T) = B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E} > 0$ 。根據上式可知，影響最適期初碳稅稅率 τ_0 的因素包括 CO_2 基線排放量成長率(σ)、期末時 CO_2 排放量管制目標(\bar{E})及技術減量目標(\bar{R})；給定其它條件不變下，當基線排放量成長率(σ)愈高，或是所設定的期末 CO_2 排放量管制目標愈嚴格(\bar{E} 較小)，則最適期初碳稅稅率 τ_0 應愈高；反之，若是限定較高水準的期末技術減量目標(\bar{R} 較大)，則最適期初碳稅稅率 τ_0 應較低，這是由於課徵碳稅係直接影響行為減量，因此若欲於期末時達到較高的技術減量目標，則應採取較低的碳稅稅率。

將式(17)中解出之 τ_0 代回式(13)中，可得碳稅稅率之最適路

徑：

$$\tau(t) = 2(B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E})e^{\delta(t-T)} \quad (18)$$

4.2.2 主要意涵

由上式可知，欲以成本有效性方式達成既定 CO₂ 管制及技術減量目標，碳稅政策設計應著重期初最適碳稅稅率 τ_0 之訂定，並維持爾後各個時點之碳稅稅率折現值固定於此期初稅率。易言之，上述影響最適期初碳稅稅率 τ_0 的因素係影響碳稅路徑之起始值 (initial value) 而非成長率，當這些外生因素改變時，將造成碳稅路徑上下移動 (shift)。綜上所述，可得本文第一個命題如下：

命題 1 影響最適碳稅稅率路徑之因素包括基線排放量成長率、期末 CO₂ 排放量管制目標以及技術減量目標。給定其它條件不變下，當基線排放量成長率愈高，或是所設定的期末 CO₂ 排放量管制目標愈嚴格，則最適碳稅稅率應愈高；反之，若是限定較高水準的期末技術減量目標，則應採取較低的碳稅稅率。

根據前文分析可以了解，成本有效性之碳稅政策設計應著重期初最適碳稅稅率之訂定，並維持爾後各個時點之稅率折現值固定於此期初稅率，而各時點下技術減量及行為減量之分配則交由自由市場機制決定，這樣的政策設計符合管制效率及調整成本節省的原則，茲將其理由分述如下：對政策制定者而言，此一碳稅稅率路徑可確保達成既定之 CO₂ 管制及技術減量目標，而至於各時點下應如何分配技術減量及行為減量水準，則由遵循者依減量投資成本及碳稅稅率之相對大小自行決定之，可省去規劃及監督成本；另對遵循者而言，其所面對的僅為初課碳稅之際的「一次即止衝擊」(one time shock)，爾後碳稅稅率雖以折現率的速率成長，但此一碳稅成長僅為名目面的變動，實質稅率並無改變，因此遵循者的負擔並不會因時間經過而加重，故不會產生其他額外的調整成本。

接下來我們說明 CO₂ 減量及排放量之最適路徑求解過程。給定式 (18) 碳稅稅率之最適路徑 $\tau(t)$ ，並根據式 (7) 得知 $Z(t) = \tau(t)/2$ ，則行為減量最適路徑 $Z(t)$ 可表示如下：

$$Z(t) = (B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E})e^{\delta(t-T)} \quad (19)$$

根據上式可知，碳稅稅率之大小決定行為減量之多寡，當碳稅稅率愈高時，行為減量之數量也就愈多，因此上小節中所提及影響碳稅稅率

的因素，對行為減量之影響方向相同。綜上所述，可得本文第二個命題如下：

命題 2 碳稅稅率之高低將直接影響行為減量之多寡。給定其他條件相同下，當基線排放量成長率較高，或是所設定的期末 CO₂ 排放量管制目標、期末技術減量目標較低時，最適碳稅稅率較高，故會有較高的行為減量水準。

技術減量的求解則相對較為複雜，我們須先將 $K(0)=0$ 及 $R(K(T))=\beta K(T)=\bar{R}$ （即 $K(T)=\bar{R}/\beta$ ）兩條件代入式（14）中，決定參數 c_1 與 c_2 ，並代回（14）求出资本存量 $K(t)$ 的最適路徑；再根據式（1） $R(t)=\beta K(t)$ 解出技術減量的最適路徑，茲將求解運算過程說明如下。首先將 $K(0)=0$ 及 $K(T)=\bar{R}/\beta$ 兩條件及代入式（14）中聯立求解，可得參數 c_1 與 c_2 數值，如下所示：

$$c_1 = \frac{A_1 (e^{\delta T} - e^{(\delta+\alpha)T}) - (\bar{R}/\beta)}{e^{(\delta+\alpha)T} - e^{-\alpha T}} \quad (20)$$

$$c_2 = \frac{A_1 (e^{-\alpha T} - e^{\delta T}) + (\bar{R}/\beta)}{A_2 (e^{(\delta+\alpha)T} - e^{-\alpha T})} \quad (21)$$

其中 $A_1 = \beta (B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E}) e^{-\delta T} / \alpha (\delta + \alpha) > 0$ ； $A_2 = 1/2(\delta + 2\alpha) > 0$ 。給定 A_1 及 A_2 均為正的情況，可以確定 $c_1 < 0$ ；而若期末技術減量目標 \bar{R} 充分大時（ $\bar{R} > [\beta^2 (B_0 e^{\sigma T} - \bar{E}) (1 - e^{-(\delta+\alpha)T})] / [\alpha (\delta + \alpha) + \beta^2 (1 - e^{-(\delta+\alpha)T})]$ ），則 $c_2 > 0$ 。給定上列參數，根據式（14）可將資本存量 $K(t)$ 的最適路徑表示如下：

$$K(t) = c_1 e^{-\alpha t} + A_2 c_2 e^{(\delta+\alpha)t} + A_1 e^{\delta t} \quad (22)$$

根據上式，我們可將影響資本存量最適路徑的因素拆解為三部分：其一為「折舊效果」，由等號右邊第一項 $c_1 e^{-\alpha t}$ 刻劃之，折舊將使得 $K(t)$ 隨時間經過以 $-\alpha$ 的速率變動；第二個影響因素為「資本存量影子價格自發性成長效果」，反映於等號右邊第二項 $A_2 c_2 e^{(\delta+\alpha)t}$ ，此項效果使得 $K(t)$ 隨時間經過以「資本存量影子價格自發性成長率」 $(\delta + \alpha)$ 的速率變動；最後一項則是「碳稅誘發減量投資效果」，即等號右邊第三項 $A_1 e^{\delta t}$ ，故 $K(t)$ 隨著碳稅以 δ 的速率成長。

將式（22）代入式（1）中，可得技術減量最適路徑，如下所示：

$$R(t) = \beta [c_1 e^{-\alpha t} + A_2 c_2 e^{(\delta+\alpha)t} + A_1 e^{\delta t}] \quad (23)$$

根據式 (22) 及式 (23)，我們說明上小節中提及的影響碳稅路徑因素（包括 CO₂ 基線排放量成長率 (σ)、期末 CO₂ 排放量管制目標 (\bar{E}) 及技術減量目標 (\bar{R})）如何透過這三個效果來改變技術減量最適路徑，茲將結果彙整如表 4-1，表中「+」代表上列外生因素與影響效果間呈正向關係，「—」則反是，「？」表示不確定；而這些因素係透過影響資本存量最適路徑的起始值（而非成長率）來影響技術減量水準，當這些外生因素改變時，將造成技術減量最適路徑上下移動。

表 4-1. 基線排放量成長率以及政策管制目標變動對技術減量最適路徑之影響

影響效果	基線排放量成長率 σ	期末排放量目標 \bar{E}	期末技術減量目標 \bar{R}
折舊效果	—	+	?
資本存量影子價格	—	+	+
自發性成長效果			
碳稅誘發減量投資效果	+	—	—
總合效果	?	?	?

資料來源：本研究整理。

由表中結果可知，當 CO₂ 基線排放量成長率 σ 上升時，「碳稅誘發減量投資效果」為正，這是因為 σ 上升將使得最適碳稅稅率提高（如命題 1 所示），此時 CO₂ 排放成本增加，故會誘發減量投資，使得資本存量 $K(t)$ 向上移動，技術減量水準因而提升；反之， σ 上升將透過「折舊效果」以及「資本存量影子價格自發性成長效果」，使得減量投資路徑向下移動，由於上述三種效果之正負號相反，因此並無法確定總合效果。其餘兩個情境分析邏輯雷同，故不再贅述。綜上所述，可得本文第三個命題如下：

命題 3 影響技術減量最適路徑的因素包括基線排放量成長率、期末 CO₂ 排放量管制目標、期末技術減量目標等三項。這些因素係透過「折舊效果」、「資本存量影子價格自發性成長效果」以及「碳稅

誘發減量投資效果」來影響減量資本存量，進而改變技術減量最適路徑；而這些因素所引發之個別效果具明確定性性質（如表 1 所示），惟其總合效果具不確定性。

最後，將式（19）及式（23）代入式（12）中，可得 CO₂ 排放量之最適路徑如下所示：

$$\begin{aligned}
 E(t) &= B(t) - R(t) - Z(t) \\
 &= B_0 e^{\sigma t} - \beta [c_1 e^{-\alpha t} + A_2 c_2 e^{(\delta+\alpha)t} + A_1 e^{\delta t}] - [B_0 e^{\sigma T} - \bar{R} - \bar{E}] e^{\delta(t-T)} \quad (24)
 \end{aligned}$$

根據上式，影響行為減量及技術減量的因素，亦是影響 CO₂ 排放量最適路徑的因素，包括基線排放量成長率、期末 CO₂ 排放量管制目標以及技術減量目標等。不同國家即使設定相同的期末 CO₂ 排放量管制目標以及技術減量目標，仍有可能因為國家 CO₂ 基線排放量差異，而有不同的 CO₂ 排放量最適路徑。此外，如前所述，由於上述三項因素對技術減量最適路徑之影響效果不確定，因此亦無法判斷其對 CO₂ 排放量最適路徑的影響，在下一小節中我們將以數值模擬方法從事分析，以了解這些外生因素變動時，對 CO₂ 排放量最適路徑的影響。

4.2.3 數值模擬分析

上一小節的理論模型推導幫助我們了解 CO₂ 管制政策設計之基本原理，以及模型中重要變數最適路徑之定性性質，然而其並無法提供所有變數之確切時間路徑，對實際政策設計之貢獻較為有限。基此，在本小節中我們將從事定量（quantitative）數值模擬分析，以說明上一小節所建立的模型在實際政策設計上的應用。

本小節之數值模擬情境係根據臺灣經濟研究院（2007），將減量目標設定為「從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬公噸」。在各項參數之設定方面：基線排放量 $B(t)$ 之設定按 TAIGEM-III 模型推估結果，2005 年與 2025 年 CO₂ 基線排放量分別為 260.85 百萬公噸及 548.24 百萬公噸，根據 $B(t) = B_0 e^{\sigma t}$ 之設定，求出基線排放量成長率 $\sigma = 0.0372$ ；2011 年為減量起始年，此時之 CO₂ 排放量即 B_0 數值，等於 326.08（百萬公噸）；減量期間由 2011 年至 2025 年，故 $T = 14$ ；減量期間終點之目標為 361 百萬公噸，故 $\bar{E} = 361$ ；至於技術減量目標設定方面，由於目前並沒有相關政策目標可供參酌，我們假設期末技術減量約佔總減量的 95%，求算出期末技術減量目標 $\bar{R} \cong 180$ （ $(548.24 - 361) \times 0.95$ ）；技術效率參數 β 標準化為 1；折舊率 $\alpha = 0.2$ ；折現率 δ 為 0.1。

根據以上參數設定，我們可求出減量期間內 CO₂ 基線排放量 $B(t)$ 、行為減量 $Z(t)$ 及技術減量 $R(t)$ 之時間路徑，如表 4-2「情境 1 (基準情境)」所示，其中 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372t}$ ， $R(t) = (-33.28) \cdot e^{-0.2t} + (0.75) \cdot e^{0.3t} + (32.53) \cdot e^{0.1t}$ ， $Z(t) = (1.95) \cdot e^{0.1t}$ ，將上列三式代入 (24) 中，可得 CO₂ 實際排放量 $E(t)$ 之最適路徑。上列四個變數的時間路徑繪示如圖 4-1：圖 4-1(c) 及圖 4-1(d) 分別顯示技術減量及行為減量將隨時間經過而增加；圖 4-1(a) 及圖 4-1(b) 則分別繪示 CO₂ 基線排放量及實際排放量，由圖中可知 CO₂ 實際排放量每年上升幅度小於基線排放量每年上升幅度，兩者之差為減量水準；CO₂ 實際排放量在 2022 年前係逐年上升，2022 年達到最高水準 370.68 百萬公噸，爾後逐年下降，至減量期間終點 (2025 年) 時，達到排放量目標 361 百萬公噸。

我們另設計了三組對照情境，分別說明在給定其他條件不變下，若基線排放量成長率 σ (情境 2)、期末排放量目標 \bar{E} (情境 3)、期末技術減量目標 \bar{R} (情境 4) 變動，對 CO₂ 排放量及減量時間路徑有何影響。這三組對照情境之 CO₂ 排放量及減量時間路徑函數彙整於表 4-2，各對照情境與基準情境之比較分別繪示於圖 4-2、圖 4-3 及圖 4-4，模擬結果則彙整於表 4-3。

根據表 4-2 情境 2A 及情境 2B 以及圖 4-2 的結果，我們可知當基線排放量成長率 σ 上升時，各年度技術減量及行為減量水準均增加，意即減量路徑向上移動，而 σ 下降時所得結果則恰相反 (如圖 4-2(c) 及圖 4-2(d) 所示)。上述結論中行為減量變動方向與命題 2 所得者完全相符；而 σ 變動對技術減量水準之個別影響效果亦與表 4-1 所示者一致：當 σ 上升 (下降) 時，將透過「折舊效果」及「資本存量影子價格自發性成長效果」，對技術減量水準有負 (正) 向影響，另透過「碳稅誘發減量投資效果」對技術減量水準有正 (負) 向影響。由於上述三項個別影響效果有正有負，總合效果為正抑或為負，端視個別影響效果之相對大小而定，在本節數值模擬分析的例子中，我們得到 σ 上升 (下降) 所產生之正 (負) 向「碳稅誘發減量投資效果」，大於其所產生之負 (正) 向「折舊效果」及「資本存量影子價格自發性成長效果」之和，是故技術減量水準上升 (下降)。CO₂ 實際排放量為基線排放量及減量兩者之差， σ 變動對基線排放量與減量水準皆會造成影響，進而改變實際排放量路徑，在情境 2A 中， σ 上升造成基線排放量及減量水準上升，且減量水準上升幅度大於基線排放量上升幅度，因此 CO₂ 實際排放量較基準情境為低，情境 2B 的情況則是完全相反。

情境3說明期末排放量目標 \bar{E} 變動對CO₂排放量及減量時間路徑的影響，模擬結果如表4-2情境3A與情境3B及圖4-3所示。圖4-3(d)之結果與命題2所獲致之結論相同，期末排放量目標愈嚴格（ \bar{E} 較低），會有較高的行為減量水準，反之則反是。而 \bar{E} 上升對技術減量水準有負向影響（如圖4-3(c)情境3A），意即當CO₂管制目標愈寬鬆時（ \bar{E} 較高），技術減量水準也就較低，這是由於「碳稅誘發減量投資效果」所產生之負向影響，大於「折舊效果」及「資本存量影子價格自發性成長效果」之正向影響（如表4-1）。CO₂實際排放量為基線排放量及減量兩者之差，給定情境3之基線排放量與基準情境相同，而 \bar{E} 上升（下降）造成減量水準下降（上升），因此CO₂實際排放量較基準情境為高（低）。

期末技術減量目標 \bar{R} 變動對CO₂排放量及減量時間路徑的影響如表4-2情境4A與情境4B及圖4-4所示。當期末技術減量目標 \bar{R} 愈高時，會有較低的行為減量水準（如圖4-4(d)情境4A），反之則反是，此結果與命題2所得者一致，其理由則如同命題1：當限定較高水準的期末技術減量目標，則應採取較低的碳稅稅率，故行為減量水準也就較低。圖4-4-3說明 \bar{R} 變動對各年度技術減量水準之影響，圖中結果顯示其影響方向並不固定（2011至2024年間，情境4A（ \bar{R} 較高）有較低之技術減量水準，而在2025年技術減量水準反而較高），不過大抵上而言， \bar{R} 愈高時，會有較低的技術減量水準。給定情境4之基線排放量與基準情境相同，且 \bar{R} 上升（下降）造成減量水準下降（上升），因此CO₂實際排放量較基準情境為高（低）。

表 4-2. 各情境下 CO₂ 基線排放量及減量之時間路徑

情境	說明	參數設定 ^a	CO ₂ 基線排放量及減量之時間路徑
情境 1	基準情境	$\sigma = 0.0372$ $\bar{E} = 361$ $\bar{R} = 180$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372 t}$ 技術減量 $R(t) = (-33.28) \cdot e^{-0.2t} + (0.75) \cdot e^{0.3t} + (32.53) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (1.95) \cdot e^{0.1t}$
情境 2A	基線排放量 成長率 σ 較 高	$\sigma = 0.0380$ $\bar{E} = 361$ $\bar{R} = 180$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0380 t}$ 技術減量 $R(t) = (-57.17) \cdot e^{-0.2t} + (-0.77) \cdot e^{0.3t} + (57.94) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (3.48) \cdot e^{0.1t}$
情境 2B	基線排放量 成長率 σ 較 低	$\sigma = 0.0365$ $\bar{E} = 361$ $\bar{R} = 180$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0365 t}$ 技術減量 $R(t) = (-12.60) \cdot e^{-0.2t} + (2.07) \cdot e^{0.3t} + (10.53) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (0.63) \cdot e^{0.1t}$
情境 3A	期末排放量 目標 \bar{E} 較高	$\sigma = 0.0372$ $\bar{E} = 365$ $\bar{R} = 180$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372 t}$ 技術減量 $R(t) = (-17.83) \cdot e^{-0.2t} + (1.74) \cdot e^{0.3t} + (16.09) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (0.97) \cdot e^{0.1t}$

情境 3B	期末排放量 目標 \bar{E} 較低	$\sigma = 0.0372$ $\bar{E} = 355$ $\bar{R} = 180$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372 t}$ 技術減量 $R(t) = (-56.46) \cdot e^{-0.2t} + (-0.73) \cdot e^{0.3t} + (57.19) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (3.43) \cdot e^{0.1t}$
情境 4A	期末技術減 量目標 \bar{R} 較 高	$\sigma = 0.0372$ $\bar{E} = 361$ $\bar{R} = 185$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372 t}$ 技術減量 $R(t) = (-14.04) \cdot e^{-0.2t} + (2.06) \cdot e^{0.3t} + (11.98) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (0.72) \cdot e^{0.1t}$
情境 4B	期末技術減 量目標 \bar{R} 較 低	$\sigma = 0.0372$ $\bar{E} = 361$ $\bar{R} = 175$	基線排放量 $B(t) = (326.08) \cdot e^{0.0372 t}$ 技術減量 $R(t) = (-52.52) \cdot e^{-0.2t} + (-0.56) \cdot e^{0.3t} + (53.08) \cdot e^{0.1t}$ 行為減量 $Z(t) = (3.18) \cdot e^{0.1t}$

資料來源：本研究整理。

a. 除表中所列參數外，各情境下之其他參數設定均同： $B_0 = 326.08$ ； $\beta = 1$ ； $\alpha = 0.2$ ； $\delta = 0.1$ 。

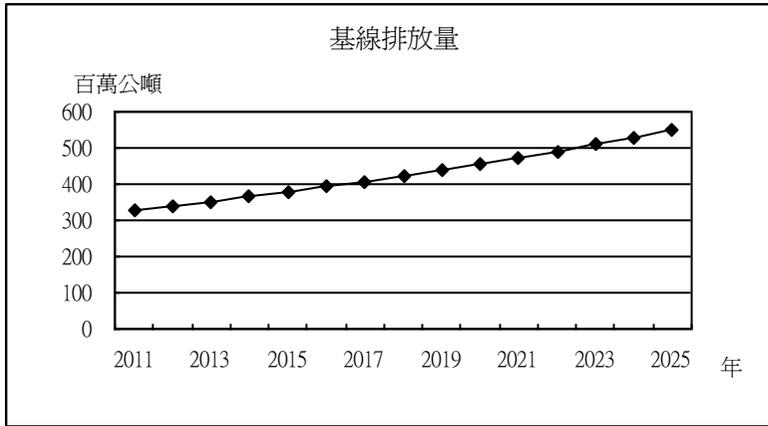


圖 4-1(a) 基線排放量

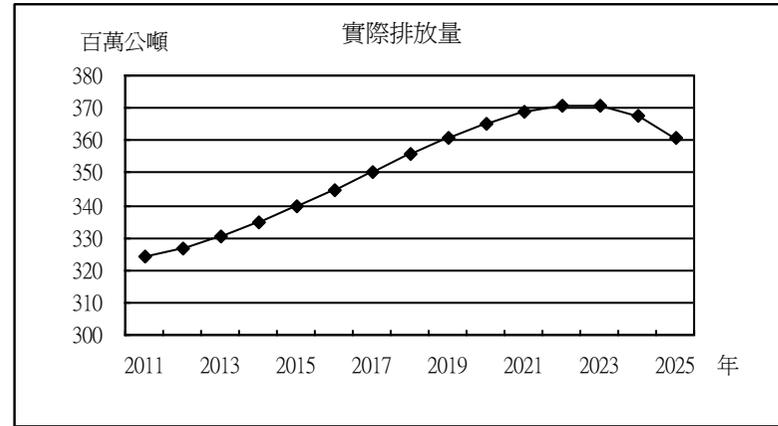


圖 4-1(b) 實際排放量

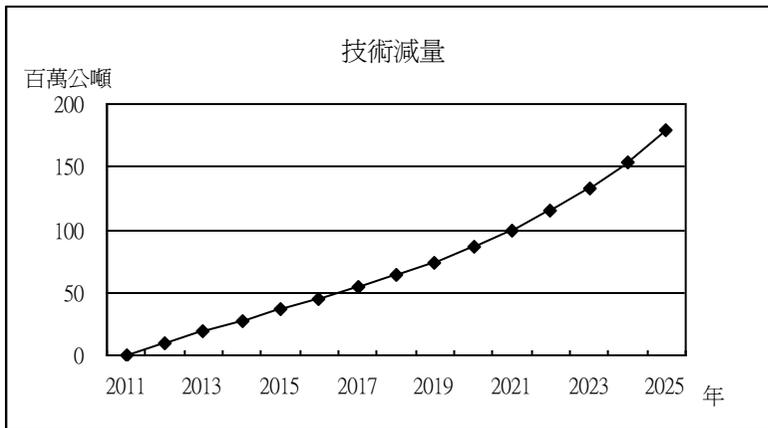


圖 4-1(c) 技術減量

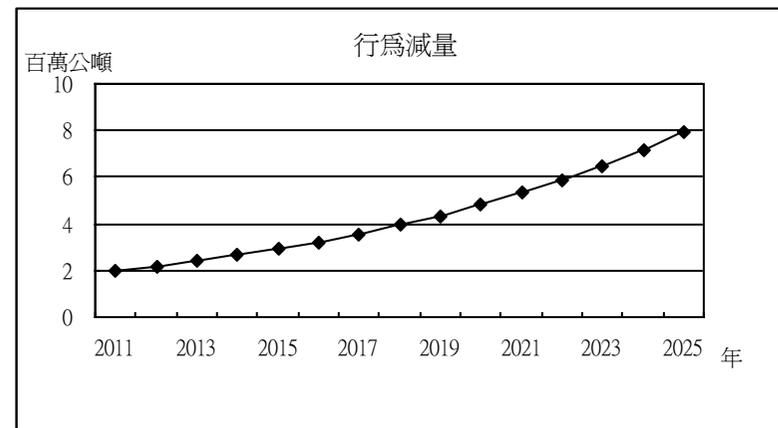


圖 4-1(d) 行為減量

圖 4-1. CO₂ 排放量及減量之時間路徑 (基準情境)

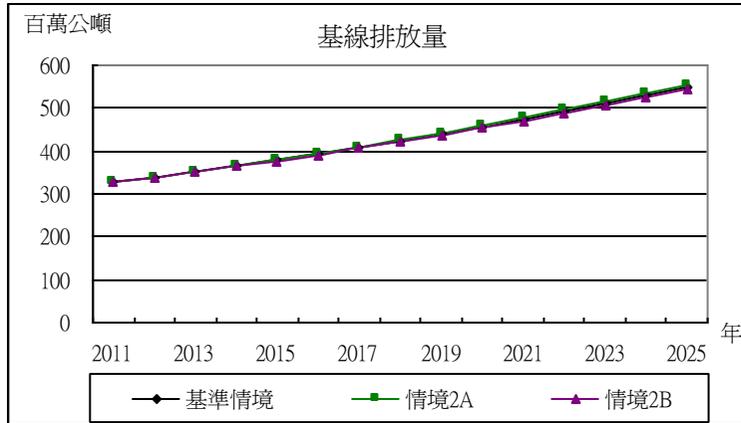


圖 4-2(a) 基線排放量

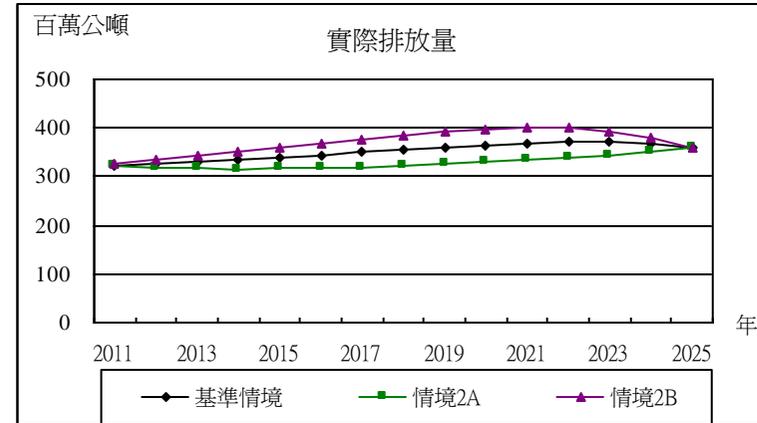


圖 4-2(b) 實際排放量

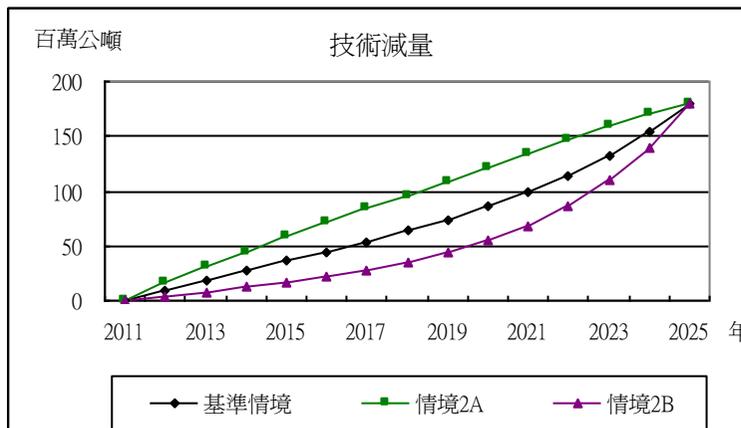


圖 4-2(c) 技術減量

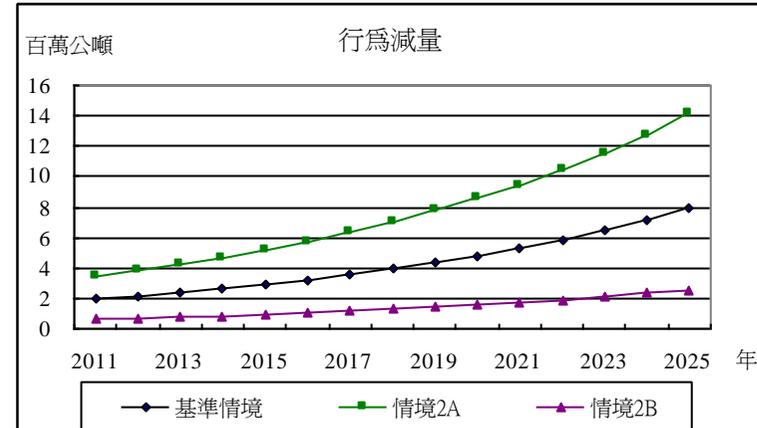


圖 4-2(d) 行為減量

圖 4-2. CO₂ 排放量及減量之時間路徑 (基準情境與情境 2 之比較)

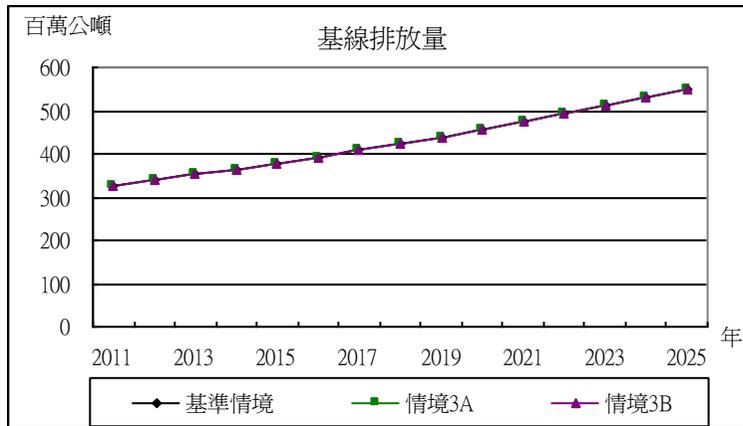


圖 4-3(a) 基線排放量

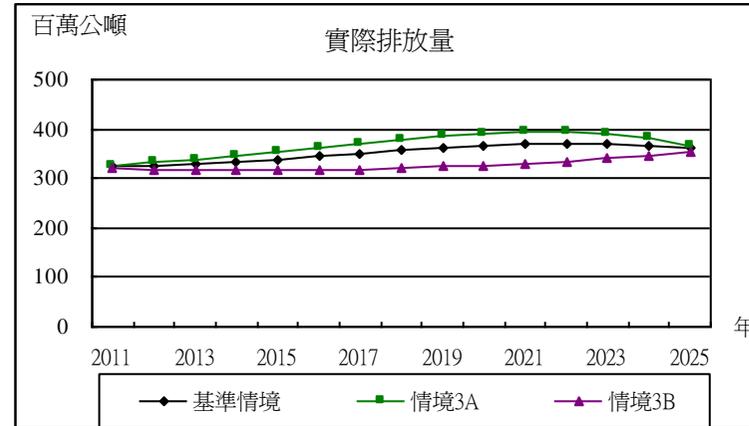


圖 4-3(b) 實際排放量

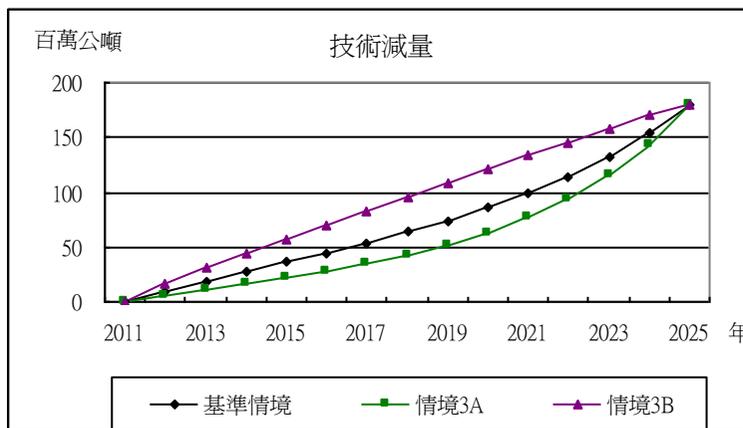


圖 4-3(c) 技術減量

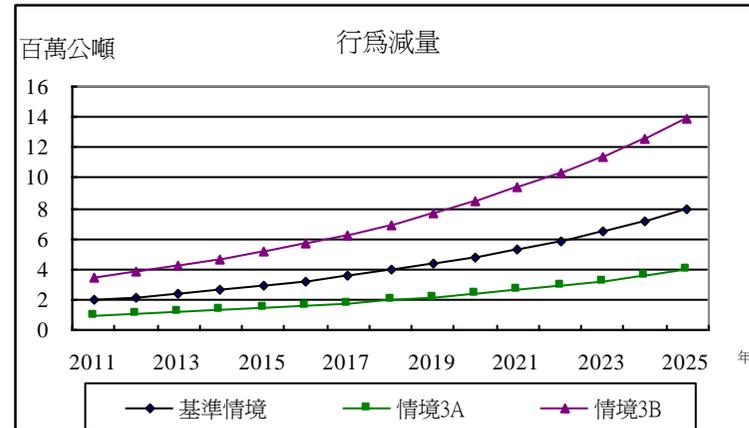


圖 4-3(d) 行為減量

圖 4-3. CO₂ 排放量及減量之時間路徑 (基準情境與情境 3 之比較)

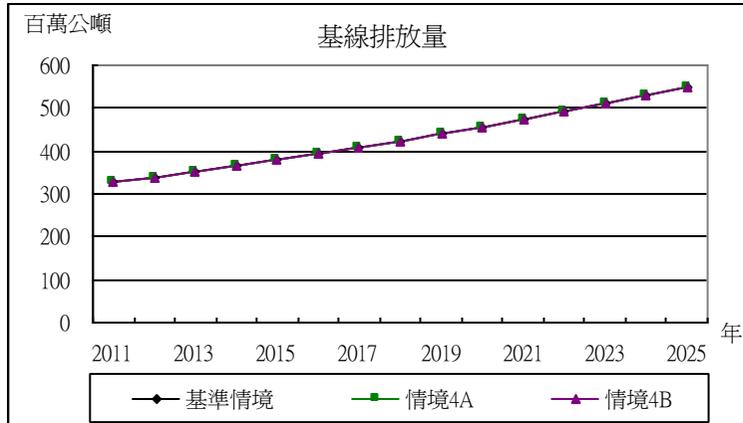


圖 4-4(a) 基線排放量

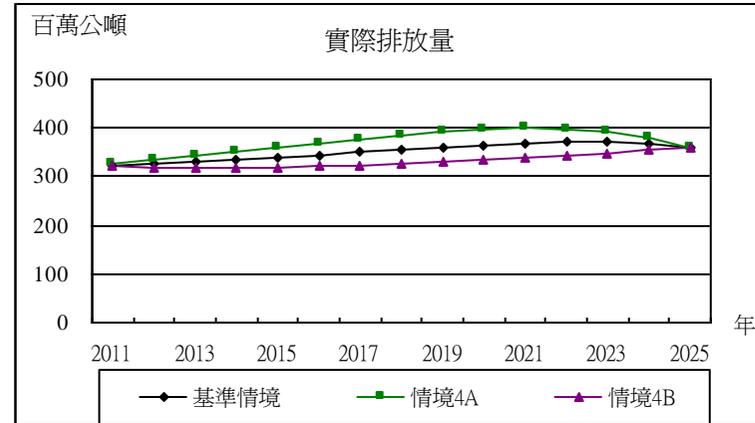


圖 4-4(b) 實際排放量

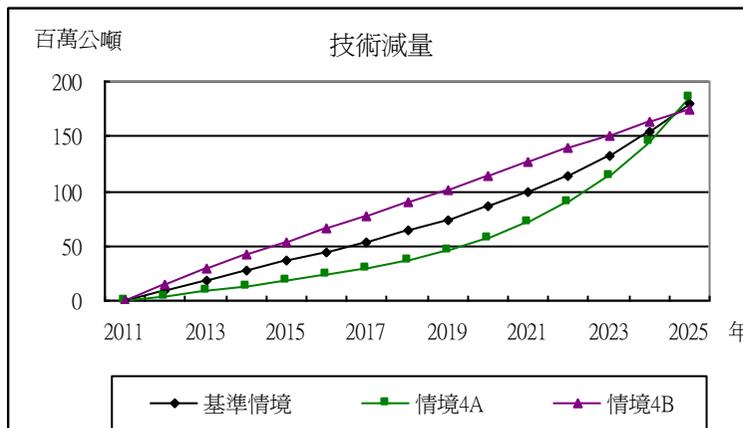


圖 4-4(c) 技術減量

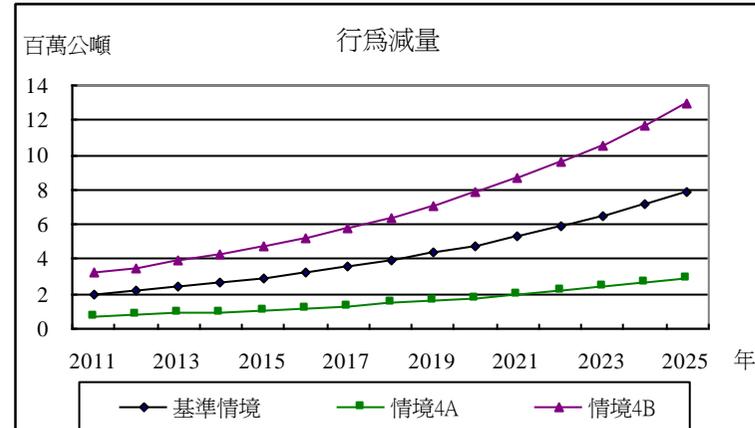


圖 4-4(d) 行為減量

圖 4-4. CO₂ 排放量及減量之時間路徑 (基準情境與情境 4 之比較)

表 4-3. 基線排放量成長率以及政策管制目標變動對 CO₂ 排放量及減量最適路徑之影響（模擬結果）

情境	說明	基線排放量 $B(t)$	實際排放量 $E(t)$	技術減量 $R(t)$	行為減量 $Z(t)$
情境 2A	基線排放量成長率 σ 較高	+	-	+	+
情境 2B	基線排放量成長率 σ 較低	-	+	-	-
情境 3A	期末排放量目標 \bar{E} 較高	N.	+	-	-
情境 3B	期末排放量目標 \bar{E} 較低	N.	-	+	+
情境 4A	期末技術減量目標 \bar{R} 較高	N.	+	?	-
情境 4B	期末技術減量目標 \bar{R} 較低	N.	-	?	+

資料來源：本研究整理。

說明：「+」表示變數之時間路徑向上移動；「-」代表變數之時間路徑向下移動；「N.」為變數之時間路徑沒有改變；「？」則是變數之時間路徑變動方向不確定。

4.2.4 本節結語

本節以動態最適化方法，結合理論與數值模擬分析，探討在既定的減量目標規範下，國家之排放量及減量時間路徑應如何決定，以達總減量成本極小化之目標。本研究理論定性結果顯示，影響排放量及減量時間路徑的因素包括基線排放量成長率、期末排放量管制目標以及期末技術減量目標等三項，給定其他條件相同下，當基線排放量成長率較高，或是所設定的期末排放量管制目標、期末技術減量目標較低時，最適行為減量水準應較高；然上述因素變動對技術減量水準之影響效果具不確定性，因此亦無法判斷其對排放量路徑之影響。

基此，本文進一步從事數值模擬分析，模擬基準情境設定為「從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬公噸」，結果顯示，技術減量及行為減量水準隨時間經過而上升，而實際排放量在 2022 年前逐年上升，至 2022 年達到最高水準，爾後逐年下降。給定其他條件不變下，上列三項因素對排放量及減量時間路徑的影響效果如下：(1) 當基線排放量成長率上升時，各年度基線排放量、技術減量及行為減量水準均增加，惟減量水準上升幅度大於基線排放量上升幅度，因此實際排放量較基準情境為低；(2) 當期末排放量管制目標上升（較寬鬆）時，會有較低的技術減量及行為減量水準，在基線排放量不變的情況下，實際排放量較基準情境為高；(3) 當期末技術減量目標上升時，各年度行為減量水準均下降，技術減量水準

之變動方向則不一定，不過大抵上而言，會有較低的技術減量水準，在基準排放量不變的情況下，實際排放量較基準情境為高。

4.3 排放交易的效率及其影響因素

排放交易之所以具有效率性乃是由於廠商間的減量技術存在異質性，廠商之間的異質性愈高，則因排放交易所獲致之效率利得 (efficiency gains) 也就愈為顯著。廠商減量技術之優劣將反映於減量成本上，以下我們利用邊際減量成本曲線 (marginal abatement curves, MACs) 的概念，來解釋排放交易為何能獲致效率利得，同時亦闡明效率利得應如何衡量。

邊際減量成本曲線係刻劃碳排放減量及邊際減量成本兩者間的關係，茲利用圖 4-5 說明之：圖中點 A 所對應的 (\bar{Q}, \bar{P}) 可詮釋為在給定減量目標為 \bar{Q} 下，若再多減 1 單位的碳排放量需付出 \bar{P} 的邊際成本，而此處之邊際成本即為碳排放之影子價格 (shadow price)，圖中斜線區域之面積 $(\int_0^{\bar{Q}} MAC(Q)dQ)$ 代表總減量數量為 \bar{Q} 時的總減量成本。

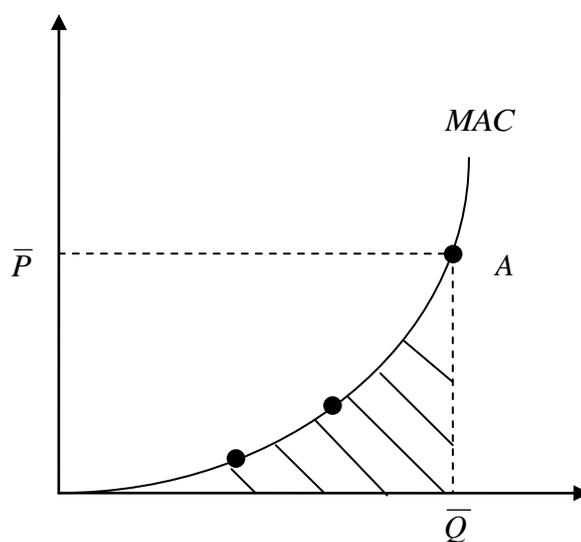


圖 4-5. 邊際減量成本曲線

圖 4-6 說明如何應用邊際減量成本曲線來評估排放交易之效率利得，我們假設一經濟體系中存在兩廠商，其邊際減量成本曲線分別為 MAC_1 與 MAC_2 ，由圖中可知， $MAC_1 > MAC_2, \forall Q$ ，意謂著廠商 1 具有相對較高的減量成本。假設整個經濟體系之減量目標為 Q ，兩廠商被規範的減量目標分

別為 Q_1^0 與 Q_2^0 ($Q_1^0 + Q_2^0 = Q^0$)，個別廠商在其減量目標下之邊際減量成本分別為 P_1 與 P_2 ，且 $P_1 > P_2$ ，意即在沒有排放交易時，廠商 1 的邊際減量成本大於廠商 2。

若允許廠商交易，則高邊際減量成本的廠商 1 將會向低邊際減量成本的廠商 2 購買排放權，降低自行減量的數量，當排放交易市場達成均衡時，兩廠商的邊際減量成本將會相等，此邊際減量成本即為均衡排放權價格，如圖中 \hat{P} 所示。在均衡排放權價格下，廠商 1 自行減量的部分降低為 \hat{Q}_1 ，未達減量要求的部分 ($Q_1^0 - \hat{Q}_1$) 則向廠商 2 購買排放權，可節省的減量成本為圖中斜線面積 A；反之，廠商 2 則因出售排放權給廠商 1，實際減量由 Q_2^0 上升至 \hat{Q}_2 ，可獲得利益為圖中斜線面積 B。綜之，排放交易利得為斜線面積 A 與 B 之總和。

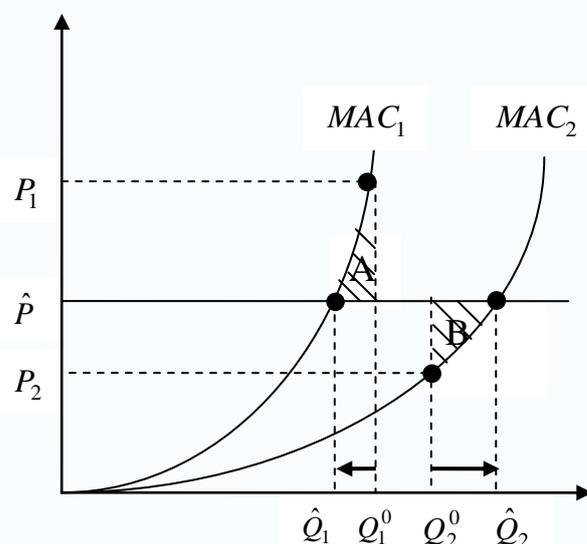


圖 4-6. 排放交易之效率利得

以下我們利用一個排放交易部分均衡模型，來說明當經濟體系中存在多個廠商時的情況。假設一經濟體系中共有 N 個廠商，廠商 i ($i=1,2,\dots,N$) 之溫室氣體減量數量為 Q_i ，對應的減量成本函數為 $C_i(Q_i)$ ，則邊際減量成本為 $C'_i(Q_i)$ ，假設其為正值且滿足遞增性質，意即 $C'_i(Q_i) > 0$ 且 $C''_i(Q_i) > 0$ 。若廠商 i 被規範的減量目標為 Q_i^0 ，則在沒有進行排放交易的情況下，其邊際減量成本為 $C'_i(Q_i^0)$ 。由於各廠商間的減量技術存在異質性，故僅有在某特定的初始減量目標分配下，各廠商間的邊際減量成本才會相等。

若在經濟體系中導入排放交易機制，且交易市場為完全競爭，則廠商 i 所面對的問題為在給定的減量目標 Q_i^0 及排放權價格 P 下，選擇實際排放量 Q_i^* ，以極小化減量成本及排放交易支出（負值則代表收入）之總和，意即：

$$\min_{Q_i} C_i(Q_i) + P(Q_i^0 - Q_i) \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (25)$$

由 (25) 可導出此極小化問題的一階條件，如 (26) 所示：

$$C'_i(Q_i^*) = P \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (26)$$

上式說明價格接受廠商最適溫室氣體排放量 Q_i^* 之決定滿足邊際減量成本與排放權價格相等的條件，此處之排放權價格可詮釋為邊際減量節省 (marginal saving)，相當於增加一單位減量可節省的購買排放權支出。由上可知，若排放交易市場中，所有參與廠商均為價格接受者（即市場為完全競爭），則當市場達成均衡時，所有廠商的邊際減量成本皆會相等，此時達成既定國家減量目標的總成本將會是最小的，反映排放交易制度之成本有效性特色。

對於廠商 i 而言，其參與排放交易所能獲致之利得 S_i 可表示為參與交易前後之總減量成本差額，如下所示：

$$S_i = \left| C_i(Q_i^0) - [C_i(Q_i^*) + P(Q_i^0 - Q_i^*)] \right| \quad (27)$$

而整個經濟體系的總效率利得為

$$S = \sum_{i=1}^N S_i \quad (28)$$

由上述簡單模型可知，理論上排放交易是可達到成本有效性之目標。然而在實際執行上，排放交易並不必然具備效率性；文獻中對於影響排放交易效率的因素有諸多著墨，主要可區分為「市場力量 (market power)」、「交易成本」、以及「市場進入障礙」三項，茲說明如下。

4.3.1 市場力量

在排放交易市場中，若交易者握有市場力量，可控制排放權價格，則不論其為排放權之買方或賣方，均將有可能影響交易體系之成本有效性(如 Koutstaal, 1997；Xepapadeas, 1997 及 Hahn, 1984 等)。承續上小節模型，我

們假設排放交易市場中存在一個獨佔廠商，令其下標為 $i=1$ ，並假設其餘廠商為價格接受者，令其下標為 $i=2,3,\dots,N$ ，則價格接受廠商之最適溫室氣體排放量決定式同 (26) 所示，而獨佔廠商所面對的問題為：

$$\min_P C_1(Q_1) + P(Q_1^0 - Q_1) \quad s.t. \quad Q_1 = L - \sum_{i=2}^N Q_i(P) \quad (29)$$

其中 L 為總減量數量。上列問題的一階條件為：

$$(-C' - P) \left(\sum_{i=2}^N Q_i' \right) + \left(Q_1^0 - L + \sum_{i=2}^N Q_i(P) \right) = 0 \quad (30)$$

根據上式，僅有在獨佔廠商被分配到的排放權數量等於其所選擇的使用數量時，其邊際減量成本才會等於排放權價格；易言之，當排放交易市場存在獨佔廠商時，交易本身是否能達到成本有效性與排放權之初始分配有關，當獨佔廠商被分配到的排放權數量不等於其最適解時，則總減量成本將會大於成本極小解。

4.3.2 交易成本

交易成本是另一個影響排放交易制度成本節省的重要變數，根據 Stavins(1995)，交易成本可區分為「搜尋與資訊成本」、「議價與決策成本」以及「監督與執行成本」三種，如果交易成本高，將扭曲最適防制水準，使得排放交易制度的許多潛在利益均無法展現 (Stavins,1995；Xepapadeas, 1997)。

4.3.3 市場進入障礙

若排放交易市場對於參與者設定較高的進入障礙，將導致排放交易制度無法發揮其應有之效率性。例如當區域管制標準存在差異時，若某一地區對污染源設定過高的管制標準，則其除將面對較其他地區污染源更為嚴格的管制標準外，還需至市場購買排放權，增加新進污染源的進入成本，容易形成進入障礙，阻礙新進污染源的進入，折損交易市場的活絡度及效率利得。

4.4 國內排放交易的市場潛力

目前國內碳排放交易體系之建置正處初始萌芽階段，不論政府部門或是民間產業團體均已陸續展開相關工作：例如我國政府部門於 2005 年全國能源會議達成「建立 CO₂ 減量之行政管理機制目標」結論，其中一項重要

工作即為模擬建置能源產業排放交易體系；而在民間方面，亦有相關的非營利組織協會（台灣碳排放交易推廣協會）及諮詢顧問機構（台灣碳排放交易股份有限公司）成立。未來國內碳交易能否順利推動及有效運作，有賴於完備的軟體交易制度設計，以及現代化的硬體交易平台建置，兩者相輔相成，不可偏廢；而碳交易所創造之利基，則是吸引交易主體持續積極參與、促進交易市場活絡發展之重要因子。上述兩個影響碳交易運作的因素中，第一項軟硬體的規劃屬制度設計研擬議題，牽涉制度面規範及技術可行性等考量，並非本節之重點；而第二項碳交易之立基，則是由經濟誘因之觀點，來分析關國內排放交易體系未來發展潛力，是為本節焦點之所在。

碳排放交易之所以能夠創造經濟誘因，促使排放源等交易主體積極參與，乃是由於排放源的邊際減量成本存在差異，在此情況下，允許減量成本互異之排放源進行排放交易，則邊際減量成本較高的排放源可向成本相對較低者購買排放權，減少自行減量水準，獲致遵循成本節省的好處；而對於邊際減量成本較低的排放源而言，賣出排放權雖須增加自行減量水準及成本，但因其出售排放權所得之收入大於這些增加的成本，故其享有收入增加之利得。

國內碳排放交易有助於實現國家減量成本極小化之目標，俾利減量工作之推動；而國際碳排放交易則是透過全球交易，進一步大幅降低國家減量成本，因此未來國內的碳交易市場之規劃與發展，務要與國際碳交易市場作一連結，將成本有效減量的目標發揮到極致。基於上述，本小節將分別由國家邊際減量成本差異及國內產業部門邊際減量成本差異兩個面向，說明我國參與國際排放交易及推動國內產業部門排放交易之利基，進而分析我國排放交易市場的潛力。

4.4.1 我國與主要國家邊際減量成本之比較

為瞭解我國與其他國家邊際減量成本之差異，本研究利用 GTAP-E 模型 (Burniaux and Truong, 2002)，以及其第六版資料庫 (基期年為 2001 年)，推估台灣及其他九個主要國家的邊際減量成本曲線，這些國家包括澳洲、中國大陸、日本、南韓、馬來西亞、新加坡、加拿大、美國與歐盟，推估結果如圖 4-7 所示。由圖中我們可以看出，碳減量之邊際成本隨減量數量增加而上升，並非一固定常數。在給定相同的碳排放減量水準下，減量成本由高而低依序為新加坡、馬來西亞、台灣、南韓、澳洲、加拿大、日本、歐盟、中國大陸、美國。

由以上比較可以知道，在給定相同的碳排放減量水準下，台灣的邊際減量成本相對較高，未來應密切掌握碳交易體系發展之動態，思索建立雙邊碳交易市場的可行性。另一方面，我國邊際減量成本相對較高的事實，也意謂著我國若面對國際溫室氣體減量規範時，將付出相當大的經濟成本，因此未來宜積極爭取加入國際排放交易體系，並著重於節約能源及提升能源技術效率等研究發展工作，以降低對國內因溫室氣體減量所造成之經濟衝擊。

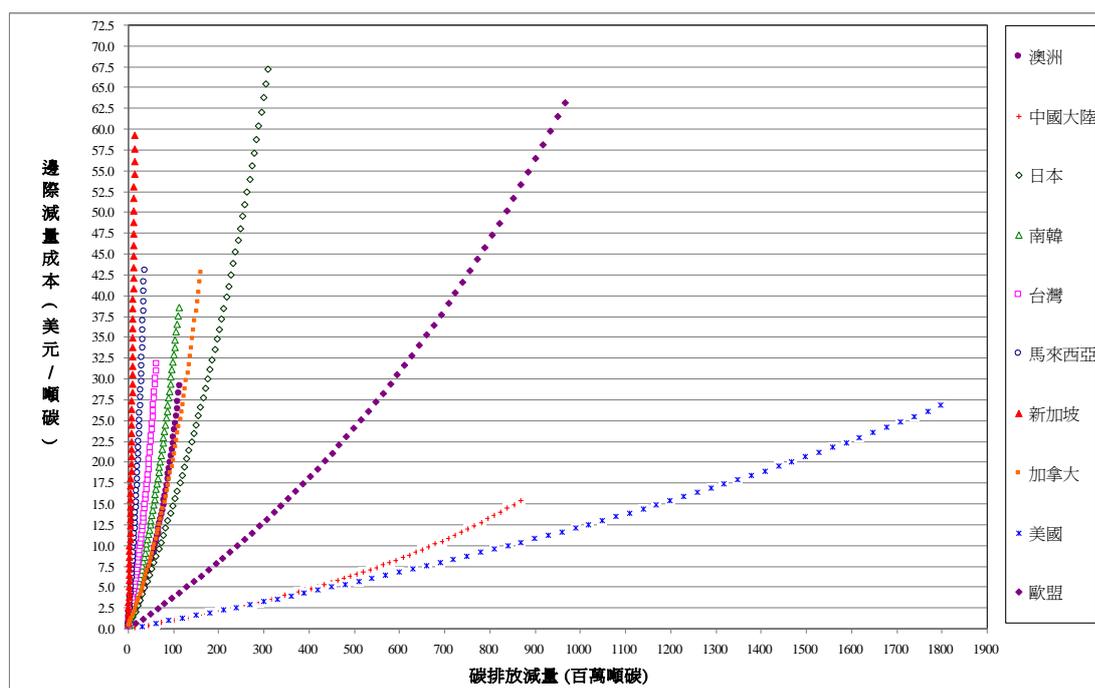


圖 4-7. 我國與主要國家邊際減量成本之比較

4.4.2 我國主要耗能產業邊際減量成本之比較

本小節比較我國主要耗能產業之邊際減量成本。此處我們利用 TAIGEM-III 模型，將模擬情境設定為「從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 371 百萬公噸」，比較在相同碳稅水準下，我國主要六大耗能產業的減量數量之差異，這六大耗能產業包括其他非金屬製品、造紙與紙製品、鋼鐵業、輸配電業、人造纖維、以及石化業，模擬結果如表 4-4 所示。

表 4-4 中的碳稅表示為達減量目標時，各年度所需課徵之碳稅，單位為「臺幣元/噸碳」，2011 年至 2013 年數值為負係因 2010 年增建核四，促使碳排放減少所致，我們比較 2014 年至 2025 年的資料可以發現，各年度在給定相同的碳稅（邊際減量成本）下，六大耗能產業的 CO₂ 減量數量由

高而低依序為其他非金屬製品、石化業、鋼鐵業、人造纖維、造紙與紙製品、輸配電業。此處減量數量愈高的部門減量成本愈低，易言之，在所有耗能產業中，輸配電業、造紙與紙製品的減量成本相對較高，而各減量部門的成本存在顯著差異，意謂著我國若施行排放交易，將有助於降低國內溫室氣體減量成本。

4.5 本章結語

本文的分析結果有助於一國擬定溫室氣體減量期程之參考，尤其溫室氣體減量是一項長期艱鉅、非一蹴可成之工作，在既定的減量目標規範下，妥善規劃減量期程將促使減量符合成本有效性原則，俾利減量工作之推動。未來研究可以本文模型為基礎，進一步刻劃減量技術進步的決定因子與機制，由模型內生決定減量技術成長率，以具體評估減量投資與技術減量水準兩者間的關係，進而了解其對總量管制最適路徑之影響；此外，技術研發具不確定性，連帶影響技術減量水準，如何在考量技術研發不確定性因素下，擬定成本有效性減量最適路徑，亦是未來研究可以著重之焦點。

表 4-4. 主要耗能產業減量成本差異比較表

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
碳稅	-105	-43	80	129	156	174	217	377	450	366	740	951	662	1597	2132
非金屬 製品	-315	-470	-211	183	631	1098	1659	2560	3570	4385	5876	7638	8817	11400	14440
造紙	-14	-20	-6	11	30	47	66	98	130	148	194	245	266	346	434
鋼鐵業	-62	-94	-30	62	158	248	351	522	698	808	1089	1412	1564	2149	2858
輸配電 業	-47	-76	-29	23	64	95	124	159	188	211	238	263	288	312	335
人纖	-71	-106	-41	52	136	206	277	377	468	520	632	744	784	951	1125
石化	-650	-1418	-313	207	556	852	1214	1766	2399	2940	3949	5126	5945	7641	9521

資料來源：本研究整理。

註：碳稅單位為「臺幣元/噸碳」，產業部門減量單位為「元/千噸CO₂」。

第五章 國內外因應京都議定書的策略

5.1 美國 2005 年能源政策法 (US Energy Policy Act of 2005)

一、前言

幾經波折，美國參眾兩院終於在 2005 年 8 月通過了「2005 年能源政策法」(The Energy Policy Act of 2005, 簡稱 EPACT)。該法案是自 1992 年以來美國首部較具全面性的能源政策法規，將會對美國未來很長一段時間的能源供需產生深遠影響。此一法案的通過之際，正值油價節節攀升，甚至部分原油進口國顯露能源危機之際。然而美國的這部法案，並沒有包括針對當前高油價的應急之策，它著眼於國家的中長期能源政策，以期讓美國在未來的全球能源市場上進退自如。

此一法案的制訂，可以說是千呼萬喚始出來，其間涉及許多利益相互衝突的地方政府、環保組織、生產商和消費者，因而變得相當複雜而多波折。諸如開徵能源稅、開採阿拉斯加州國家野生動物保護區 (Arctic National Wildlife Refuge, ANWR) 的石油資源、實施「公司燃料平均效能標準」(The Corporate Average Fuel Economy, CAFÉ)⁴⁹ 等措施，在美國能源供需平衡發生重點變化之際，均需要很長時間的協商與評估。

(一) EPACT 的制訂背景

首先，我們好奇的是，美國政府為何對自己的能源政策出現大幅度的轉變，進行全面性的修正？

美國歷屆政府都十分重視能源問題，並根據本國的利益需要，不斷地對其能源政策進行修正和調整。1973 年第一次石油危機後，美國有了戰略儲備，能源問題成為其後美歷屆政府關注的問題，面對當時油價上漲引發的一系列問題，前總統尼克森、福特、卡特等都曾推出能源諮文；1990 年波斯灣發生危機，前總統布希也提出新能源戰略。歷數其政策，重點都在節能和開發新能源。雖然近些年來美國經濟結構發生較大的轉變，高技術成為經濟成長的主導因素，從而緩解了油價上升對經濟的衝擊，但美國仍視能源為確保國家安全的重要因素，例如 1999 年美國國家安全戰略報告仍把能源保障列為國家安全的

⁴⁹ 「公司燃料平均效能標準」早在 1975 年經美國國會通過，當時實肇因於 1973 年的阿拉伯石油禁運危機。訂定此一效能標準（通常是以每公升石油的行駛里程數為衡量單位）旨為提升在美國銷售之車輛的能源經濟效率。

重要面向，主張提高能源效用、尋找替代能源、確保國外石油來源，同時強調保持重要產油區的穩定和安全，以確保擁有或得到資源的機會、以及維護資源的自由貿易。

2001年，美國面臨著自20世紀70年代石油禁運以來最嚴重的能源短缺，許多家庭的能源支出負擔更是一年前的兩到三倍，數百萬美國人遭遇到燈火管制，一些公司和企業不得不裁員或減少產量以抵消能源價格上漲的影響。造成能源短缺的主要原因在於：可再生能源的發展限制了對化石燃料的勘探和煤電站的建設，CO₂排放限制降低了燃煤電站的競爭性，三哩島事故使核電發展受阻。

近來面對國際油價的上升、經濟成長放緩、和面臨能源危機的可能，同時著眼於未來，美國急需制訂一項較全面的新能源政策，而此一法案正是美國為確保未來能源安全的全面戰略之一。新的能源政策較以前的能源政策有較大的調整，轉向重視依靠國內能源資源，是這次小布希總統新能源政策的主題，其主要的目標是：保證在能支持國民經濟持續成長的條件下取得足夠的能源，保證美國的外交政策永遠不會被外部的能源供應者所脅迫。

二、新能源政策特色與其內容

在石化能源日益稀少前提下強化能源的自主能力，勢需有些嶄新的不同作為，才可擺脫對石化能源的依賴。在新能源政策中，聯邦政府將採用何種政策工具？而其背後原理為何？

為了提高其他替代能源及非石化能源的使用比例並強化節能技術的創新，大量誘因式的租稅減免補貼成為 EPACT 主要的政策手段，能源稅的課徵成為平衡補貼支出的輔助工具。因此，筆者首先從四個觀點（能源外部性、國家安全、能源市場投資障礙及課徵石油的環境利潤）說明美國聯邦政府採行課稅與補貼等政策工具的原理。

（一）消除能源外部性

能源外部性源自民眾消費能源產品或業者生產能源而產生污染環境之負面影響，因此透過政府力量以課稅方式節制能源消費與製造所產生的負面外部性；但並非所有能源消費都會產生環境負面外部性，因此課徵租稅的對象必須正確且明確。舉例而言，政府應該對於具有負面外部性特質（產生環境污染、或碳排放）的所有能源進行課稅，而非單純地只對某運輸工具使用的燃料課稅。此外，若干能源（例如沼氣、天然氣）所產生的外部性也不盡皆為負面，也有乾淨、高效

能有益社會與環境正面外部性的能源及新發電技術，為此，政府也需要給予補貼獎勵，尤其是有助於新能源使用與促進節能習慣養成的做法。

1. 課徵聯邦能源稅

在 EPACT 定位中，聯邦能源稅旨在提供其他租稅減免等誘發性補貼資金，作為能源政策的金援來源。表 5-1 為 EPACT 新訂的能源消費稅。聯邦能源消費稅主體架構源自「1978 年能源稅」(the Energy Tax of 1978) 法案的制訂，從 1978 年發展至 2005 年，「公路信託基金」仍為主要稅收（占整體能源消費稅收的 95%）。整體而言，美國政府對於能源稅之課徵主要侷限於石化燃料，意味著美國對於傳統石化能源十分重視。在 2005 年之前，其徵收對象主要來自運輸及售油部門。2005 之後，EPACT 又新增兩筆稅收科目，一為因應京都議定書之「氣候變化綱要公約」問題興起所課徵的「碳消費稅」；二為 1994 年廢除，於 2005 年增修回來的「漏油責任信託基金」。

表 5-1. 聯邦能源消費稅

稅名	稅率	2004 年財政年度 稅收 (百萬美元)	制訂年 份
公路信託基金	18.3 分/加侖油	34,711	1978
汽油過耗稅	\$ 1000/車~\$ 7700/ 車 (英哩數調整)	141	1978
漏油責任信託基金	5 分/桶	1,250 (2005~2010)	2005
地下儲油槽滲漏稅	0.1 分/加侖油	189	1978
碳消費稅	4.4%售價~\$ 1.1/噸 碳	566	2005
遊艇油與其他燃料之 水資源信託基金稅	來自公路信託基金	416	1978
內地水路燃料稅	\$ 0.224/加侖油	91	1978
總計		36,114 (百萬美元)	

2. 租稅減免、補貼，誘發美國本土能源供給多樣性

EPACT 重視清潔煤炭、核能、天然氣、再生能源和乙醇等發電新能源或新技術的使用和研發，故給予完善的補貼。就新能源使用與技術創新而言，具有正面外溢效果的研究發展 (R&D) 常被視為支持租稅減免的理論基礎，但前提是投入的 R&D 具有不可切割性 (non-appropriability)，亦即 R&D 產生的正面外溢效果並非侷限於某特定技術，而需要更加一般化。以下便是 EPACT 提升美國本土能源

多樣性供給所採用的獎勵補貼措施。

A. 重用新世代核能

美國地大物博，本身擁有豐富的鈾礦，故布希政府希望加重核能於能源結構中所扮演的角色。對美國的核能工業而言，1979年3月28日是個最黑暗的日子，此乃肇因於給水泵的故障和人為的操作錯誤所造成的三哩島二號核能電廠之反應器爐心融化事件。在此核能事件中，雖未對核電廠人員或居民造成傷亡或大規模的環境污染，但大眾對核能發電的信心已蕩然無存。直到今天為止，美國核能管理委員會（U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC）未再對外發出任何一張核能電廠的執照。有鑑於此，小布希政府於2002年和核能產業界共同出資完成「核能2010計畫」（Nuclear Power 2010, NP-2010），該計畫的目標是在未來幾年內，由核能業者進行尋覓適當的電場設置地點、新核能技術商業化、新電廠商轉營運評估及公佈新電場管理方法等。於是2005年2月28日遂主導成立「第四代國際論壇」（Generation IV International Forum），旨為促進國際核能合作、研究開發新一代更安全、價格更合理、更有利於防擴散的核能系統。

其獎勵補貼方式如下：聯邦政府針對先進核能電廠（上限6座）因商轉日期延宕所產生的特定成本，提供最高20億美元的「風險保證」，同時針對空氣污染或溫室效應氣體排放防制有關的新技術提供最高80%的貸款保證，適用的對象包括新建的先進核能電廠，並針對若干先進核能電廠，申請上限600萬瓩發電裝置容量，以8年為期，提供每度發電1.8美分的生產稅減免。此外，授權能源部針對研發新世代核能發電反應器、其他核能研發計畫、及2座既有核能電廠的氫生產示範系統，分別編列12.5億美元、27億美元及1億美元的預算，並將Price-Anderson Act的有效期限延至2025年，不增訂可能提高承包商責任的取代條款。

B. 潔煤技術創新，復甦燃煤電廠

美國的煤炭資源豐富，目前的蘊藏量預估可再供應美國使用250年左右。然而，燃煤所產生的溫室氣體會造成溫室效應。有鑑於此，在兼顧環保的前提下，持續有效地利用煤炭資源。為此，小布希總統提出「淨煤先導計畫」（Clean Coal Initiative），提撥6,420萬美元做為研究淨煤技術之經費。

根據京都議定書，美國被要求在2008-2012年減少7%的二氧化碳排放量。儘管美國至今仍未簽署京都議定書，但為防止氣候持續惡

化，小布希政府也率先提出「淨空先導計畫」(Clean Skies Initiative)。

在投資獎勵方面，針對採用先進潔煤技術的燃煤電廠，編列 18 億美元的預算。由聯邦政府針對各項有助於減少空氣污染或溫室氣體排放的新技術(如煤氣化技術)提供貸款保證，並針對政府核可的新建潔煤設施(適用上限為 750 萬瓩發電裝置容量)提供三項新的稅賦減免措施；允許燃煤電廠在 1975 年以後設置的污染防制設備，改採 7 年加速折舊，並簡化聯邦土地出租做為燃煤用地的限制條件。在稅賦優惠方面，針對煤氣化複循環計畫(IGCC)的投資成本，提供 20% 的稅賦減免措施。針對其他採先進燃煤發電技術的成本，提供 20% 的稅賦減免。針對符合資格的煤氣化燃煤電廠，如將煤轉換成合成煤氣或者是採用其他先進燃煤發電技術的電廠，亦提供 20% 的稅賦減免。惟前述稅賦減免措施的對象，僅限於經過財政部及能源部會商同意的案件，且對各類符合資格案件提供的稅賦減免金額分別訂有上限，合計不得超過 16.5 億美元。

C. 增加美國本土天然氣產量，弱化對石化能源的依賴度

美國的天然氣蘊藏量高居全球第六位，為增加國內天然氣的使用量，小布希總統提供租稅優惠以獎勵興建新的天然氣輸送管線，協助將更多的天然氣從阿拉斯加輸送到美國本土。除提高本國的產量外，美國也計畫興建新的液化天然氣碼頭以增加外國進口液化天然氣的數量。天然氣的價格較石油為低，因此美國有意增加天然氣的使用比例，以取代部份的石油需求、降低能源成本。

D. 立法訂定再生燃料添加量及時程表，強化其技術發展

隨著國際原油價格不斷攀升，替代能源研究開發的重要性日益彰顯。而在諸多替代能源中，生質柴油(Biodiesel)與乙醇(Ethanol)燃料發展具明顯優勢，這股動力將地球上發展生質燃料的製造技術推向黃金發展期。有鑑於此，EPACT 在生質能發展上通過一項重要條例，即「可再生燃料標準」(Renewable Fuels Standard, RFS)的訂定。RFS 要求在汽油成分中加入特定數量的可再生燃料，並且逐年遞增其標準。該標準預估可使美國對於可再生燃料的需求從 2006 年的 40 億加侖增加到 2012 年 75 億加侖；在 2012 年後，可再生燃料於汽油中的添加比例將追上化石燃料。

據美國能源部能源資訊署(EIA)資料指出，美國 2003 年銷售汽油中，乙醇汽油僅有 28.8 億加侖，為當年汽油總銷售量 1390 億加侖的 2.07%。RFS 將使燃料乙醇成為全球汽油市場的新秀，在汽油供應

市場上成為未來的重要主角。此外，RFS 同時要求汽油生產商、調和商和進口商必須按照此標準進行，此舉意味著美國汽油組成、乙醇調合與供應運作有很大的變化。在 RFS 要求下，絕大多數中西部地區汽油都將調合 10% 乙醇，中西部以外地區所有汽油也將調合 30% 乙醇，帶動全美乙醇生產能力的擴大。

RFS 除了明訂可再生燃料於油品中必須的使用量外，亦提供了交易與補貼機制等配套措施。RFS 規定油品製造商可獲得「RFS 信用」(RFS Credit)，若廠商本身不願從事乙醇製造或添加設備的龐大投資，亦可將本身的配額交易或轉移給其他願意從事之廠商，以減緩生產者因應再生燃料油的壓力。在獎勵誘因上，RFS 也規劃了各式各樣的補貼方式。如生產純乙醇汽油 (E100) 的廠商可獲得每加侖 0.51 美金的直接補貼，購買生質燃料引擎交通工具的消費者可獲得租稅減免，建置生質燃料加油站可獲得 30% 的租稅減免 (最高金額可達 3 萬美金)。此外，授權能源部在生質燃料發展上與產官學界合作，以強化油品製造商與生質燃料成品的技術與品質，規劃 550 億美金成立進化生質能技術發展計畫。

美國政府積極規劃並提倡生質燃料的使用，實係基於該能源產業的發展利基。就經濟上而言，發展生質能產業可為美國帶來下列好處：每年可增加 322 億美金的產出，創造 153,725 工作機會，增加 57 億美金的家計所得及 19 億以上的政府稅收，增加國內汽油供給導致油價降低及減少進口原油的支出 (2005 年美國消費者聯邦報告指出若每加侖混合 10% 生質乙醇至少可省下 8% 加侖的石化汽油)。就環境上來說，生質燃料的使用能夠大量減少車輛排放的空氣污染，依照 Smog Reyes (2004) 的分析，使用混和 10% 生質乙醇的汽油可降低 50% 特殊有害物的排放 (如一氧化碳、二氧化硫等)。此外 EIA 能源展望報告中指出 2030 年國際油價仍維持在每桶 50 美金左右的價位，美國對於原油的供給仍仰賴進口，因此若能成功發展生質能產業便能提高美國境內的能源安全。

E. 看好風能未來性，強化其發展

美國的風能發電源自於加州，此項產業的實力擴張極為迅速，顯示未來風能發電將成為美國再生能源的主流。根據美國能源部的美國風力資源一覽表顯示，最具風能發電潛力的州分別為北塔柯達州、德州、南塔柯達州。美國風能發電協會 (American Wind Energy Association, AWEA) 預估，美國風能的發電潛力為每年 10,777 TWh，是現在美國發電總量的兩倍，由此可見風能發電的發展潛力。同時為了平衡生態環境與節約現有的資源，布希政府將在 10 年內投入高達

190 億美元的稅金獎勵辦法，預計在 2010 年之前，將再生能源發電的總電量推升到全國所需電量的 10%。

此外，本法案要求能源部公布美國境內各類再生能源的詳細庫存，包括各類再生能源可供開發的數量及特性。對聯邦政府的再生能源使用量訂定 15 項目標，並針對再生能源使用提供各類誘因及補助。將若干符合稅賦減免規定之再生能源發電設施開始服役最後年限，寬限展延兩年，至 2007 年 12 月 31 日，適用對象包括：風力、閉合式環路生質能、開放式環路生質能、地熱、小型灌溉電力、垃圾掩埋場的沼氣、垃圾焚化設施等。

前述優惠條件的適用對象不包含太陽能發電設施。由於再生能源發電計畫的開發時間，大多需要 2 年或更長的時間，前述將再生能源發電設施開始服役年限予以寬限展延 2 年之規定，對再生能源發電設施並不具有太大的實質幫助，原先再生能源業者希望爭取的展延時間是 3 年。不過，這是美國國會首次針對稅賦減免第 5 條規定有效期限予以展延，希望透過該項優惠措施的提供，避免再生能源發電新建發電容量，長期以來重複發生的週期性波動。事實上，符合前述賦稅減免規定的對象，除各類再生能源發電設施外，在該法通過前，其適用範圍本即已包括各項新增的水力發電、既設垃圾焚化爐設施新增的發電機組、焦煤及焦煤氣設施、印地安部落擁有的煤及使用特定能源類別電廠前 5 年或前 10 年產出的電力。

F. 氫燃料研究發展專案

由於核能發電具有高風險性，分散式的核能發電系統雖是可行方案，但也有管理上的風險。小布希政府希望藉由以氫為儲存媒介，讓核能擁有分散運用的可能性。在此新能源的開發計畫下，核電廠的功能從傳統的提供基載能源轉變成製造具有空間、時間使用彈性且方便配送的氫燃料，如此使得核能可隨時隨地利用於汽車或船等這些傳統上運用汽油做為動力來源的交通工具上。2003 年 2 月布希總統宣布了「氫燃料先導計畫」(Hydrogen Fuel Initiative)，該計畫的目地在研發氫燃料的相關技術和其他製造、儲存及配送的設施。計畫中透過與民間業者的合作，希望在 2025 年完成氫燃料汽車開發與商業化。除了從核能生產氫燃料之外，美國也開始進行開發從天然氣與煤炭生產氫燃料的技術。根據美國能源部的估計，氫燃料汽車的普及可為美國節省下每天 110 萬桶的石油。布希政府希望藉由氫燃料技術的開發，降低美國對外國能源的需求。

(二) 提升國家能源安全

政府積極介入能源市場干預的主因，實乃基於能源發展是攸關國家經濟與社會安全維持成功與否的關鍵。當國家的能源需求過度依賴進口時，也意味著該國的經濟發展命脈被能源進口國所箝制，能源自主性越低代表著國家安全缺口越無法改善。2004年，美國為因應國內高度石化燃料的需求以致每日需進口超過1,230萬桶原油（EIA2005），因此保障能源進口來源的穩定度及提昇本國能源需求自主能力有其長遠的必須性。

1. 提昇自我石油供給，積極開發美國本土油田

美國的石油產量近年來不斷減少，從1985年的每天900萬桶下降到1995年的每天660萬桶。美國政府若不開發新的油源，在2010年後將會下降到每天500萬桶的產量，而如此低的產量絕對無法滿足美國的石油需求。因此除了鞏固美國在中東的石油利益之外，布希總統也提出新油源探勘方案，以解決國內石油需求的增加，其中爭議多年的「北極國家野生保護區（Arctic National Wildlife Refuge, ANWR）」石油開發案，在2005年3月以些微的差距通過國會的表決。根據粗略的估計，此區域的石油蘊藏量高達100億到160億桶。此計畫預計探勘阿拉斯加北部海岸約150萬英畝之面積。

2. 加倍戰略儲油，強化石油短缺應對能力

保持石油供應不中斷，對於美國能源安全至關重要，而戰略石油儲備之目的是為提供緊急備用石油，這是一項防止石油供應因自然災害或恐怖分子襲擊能源供應鏈而出現嚴重中斷的保險計畫。因此，美國亟需增加目前戰略石油儲備能力，加強美國應對石油短缺的應變能力，降低恐怖分子對能源供應線和基礎設施發動襲擊時可能造成的損失。

1985年的戰略石油儲備能力為4.93億桶，相當於118天的石油淨進口量。新的能源政策法案授權政府將戰略石油儲備由目前的7億桶提高至10億桶；戰略石油儲備只需增加一倍就提供相當於大約97天的石油淨進口量，從而增強美國應對可能出現的石油中斷的能力。目前的戰略石油儲備能力為6.91億桶，由於消費的增加，這一數字實際僅相當於55天的石油淨進口量。

然而，立法當局並沒有為提高戰略石油儲備增加預算資金。除此之外，還有何時增加儲備以及合適利用儲備的問題。當石油價格高漲的時候，比如目前，以及世界石油生產能力不足和全球石油需求增加甚至大幅增加的時候，美國增加戰略石油儲備是否適當？

3. 增加交通運輸部門的能源多樣性

將用於汽車的可再生燃料和替代燃料從2006年的3%增加到2017年的15%，為駕車人提供防備供應中斷或汽油價格高漲的能力。

4. 增加石油替代產品的供應和降低對石油的需求

到2017年，美國能源政策方向將使美國本土的石油消費量降低10%，相當於每天減少200萬桶。增加石油替代產品供應和降低石油需求可以減緩石油價格增長的速度，並在長期內導致價格降低，加強美國的能源安全。

且不論新能源政策的預算基礎充裕與否，相較寄望於新能源、新技術未來報酬的租稅減免政策；直接花大錢強化國家能源安全的手段，其預期效果似乎將更顯不彰。因此，為提升國家能源安全最好的解決方案便是對進口原油加重關稅課徵，一來能增加新能源政策的財政預算，二來能減緩美國對於進口原油的依賴性。但問題是原油價格決定於世界市場，即使美國能夠生產自給自足的石油量仍然會受到原油價格全球性的波動；因此現階段直接減少原油進口量的代價便是直接將美國本土油價釘住全球快速波動的油價，導至美國國內價格的不穩定性。

（三）提昇能源節約效率

能源市場對於環保、節能且高效率的資本投資存在進入障礙。關於高效率的節能設備投資不易被社會接受的原因有二：（1）大多數的能源消費者對於節能與高效率的新設備存在資訊不對稱現象，普遍認為高價設備便是高節能設備的刻板印象；（2）代理人問題也是另一停滯節能設備投資的障礙。舉例而言，房客通常需求高效率的節能家電以減少電費的開銷，但房東對於房客購買新節能家電的舉動通常抱持著觀望而不資助的態度，即使房東瞭解新家電不會隨著房客搬離而消失。此外，更多公寓與大樓的耗能電力設備也存在此類問題，以致節能設備替換存在著生活技術上難以汰舊換新的問題。由於大眾對於能源使用存在著節能與效率提昇的障礙，因此需透過政府力量進行節能資本投資的獎勵或宣導欲以克服。

美國國民的平均能源消費能量為全球平均值的五倍，高居全球之冠。布希政府希望藉由推廣節約能源的概念和提升能源使用效率以降低國內的能源消費，在25年內實現「能源自主家庭」（zero-energy home）的願景。下列各點便是政府為獎勵民間能源資本投資的相關

規定。

1. 家庭能源效率改善租稅抵減

消費者購買或安裝特定產品（例如：能源效率窗戶、隔熱材料、門面、屋頂、以及熱與冷氣等設備），每戶家庭可獲得最高500美元的租稅抵減額。此外，對於太陽能光電板及熱水器等，美國政府亦提供支出費用的30%補助，但總金額不能超過2,000美元，且實施期間僅有2年（2006~2007）。

2. 建築物節能租稅抵減

商業建築物如果裝置燃料電池與太陽能發電設備，將給予30%購買價格的補貼，實施期限至2007年底；至於企業新蓋建築物，如果符合綠建築（節能建築）標準，亦即必須達到50%的節能標準，將可獲得每平方英尺1.8美元的補助。至於企業購買節能器具，如吸塵器、洗衣機以及冰箱等，亦可申請租稅抵減獎勵。

3. 企業租稅抵減

企業主如果購買油電混合車以及裝置建物節能設備，均可享有租稅抵減獎勵。

4. 藉由汽車租稅抵減宣導動力混合車

目前美國的總石油消耗中有高達67%是用於交通運輸上，為減少這方面的能源消耗，布希政府將推廣動力混合車視為重要的能源策略之一。目前在北美部份州內，由於專用道路的設置使得動力混合車享有較高的路權；此外，布希政府也提供動力混合車的買主稅務減免以促進動力混合車的普及；無論個人或公司購買或租賃油電混合車（Hybrid Gas-electric Car），約可獲得250~3,400美元的所得稅抵減，抵減金額決定於燃油效率與重量，以及必須符合排放標準。此外，對於替代燃料（如燃料酒精與生質柴油）以及燃料電池等車輛，均享有同等優惠；如果消費者購買上述類型的車輛超過1輛以上，則每輛均享受同等補助額度，對於車商而言，如果銷售量達到60,000輛以上，則不再享有補助措施。

推廣動力混合車的目的主要是為與「氫燃料先導計畫」扣合，藉由動力混合車之推廣，將汽車的傳統動力系統轉換成電力系統，這樣可有利於導入氫燃料電池技術，其最終目的是希望運用氫燃料做為媒介，將核能間接地運用在運輸能源上，以降低美國對石油的依賴。

5. 修改「公司燃料平均效能標準」

藉由提高適用於轎車的「公司燃料平均效能標準」，並進一步提高適用於輕型卡車和運動越野車的標準，推廣新技術來顯著提高燃料的經濟效率，同時又不影響安全。藉此，2017年預測汽油消耗量最多將減少85億加侖，意味著降幅達到5%。隨著消費者購買更省油的新型車輛並逐步淘汰現有車輛，「公司燃料平均效能標準」今後還會帶來更多的益處。上述數字假設輕型卡車和轎車的省油標準平均每年提高4%，有關標準將從2010年出廠的轎車和2012年出廠的輕型卡車開始執行。鑒於轎車和輕型卡車市場不斷變化的性質，運輸部長將通過一個靈活的規則制訂程式來決定實際標準和節油量。

(四) 降低全球能源需求

任何一個國家皆不能自絕於國際能源的單一市場之外。近年來亞洲國家的崛起造成全球能源市場的動盪，以中國和印度為例，此二國的能源需求在過去的10年間分別成長了45%與55%。我們可預見亞洲的國家經濟將持續地高成長，因此若要降低能源價格則須全球共同努力。而能源價格的高漲，對美國經濟具有負面影響，為此美國政府也對國際環境提出了對應之道。

1. 輸出美國能源技術

對美國而言，政府認為將美國的能源技術出口是有利的措施。此舉可降低全球對石化能源的需求、進一步穩定能源價格，並減少因人類能源需求所造成對環境及氣候的傷害。

2. 開徵石化原油特有的資源地租

Newbery (1976)、Bergstrom (1982)、Karp and Newbery (1991) 建議進口原油關稅應加徵來自原油資源稀少性的資源利潤價值(資源地租); 由於全球產油區位及原油蘊含量固定且已知，因此原油稀少性的價值將隨著時間增加而突顯。而美國現今的進口原油關稅卻無法反映出原油稀少性的價值而忽略了時間的機會成本，因此有其必要另外加徵原油資源利潤，以反映出原油的合理價值，警惕世人應減少並珍惜石化能源的使用。

三、結論

美國和其他能源消費大國和能源生產大國一樣，十分重視本國的中長期的能源發展戰略的制訂和能源安全問題。制訂的能源政策目標

和措施都是非常宏觀和具有長期性的。此外，美國實施能源政策的具體任務被落實到能源、商業、內政，環保、外交，情報等部門，並且強調相互之間密切合作的重要性。而台灣的能源政策任務則較缺乏由各部會（如外交、軍事、商務、環保等部門）共同參加的綜合性和權威性的研究，同時在國家的一些能源政策實施過程中缺乏各部門之間的協調。

通過多種渠道和方式開拓國內外石油資源是一些主要石油消費國石油安全戰略體系中的重要環節之一。一方面，美國政府通過政策支持加大對本國石油勘探開發的支持力度，提高自產石油的產量，降低開採成本。另一方面，鼓勵企業走出去，到海外勘探開發石油資源。從90年代以來，美國各大石油公司在海外投資都高於在國內的投資。美國大型石油跨國公司擁有的石油儲量的一半以上在國外，營利也主要來自國外。在油氣產量和資源方面，美國大石油公司處於世界20大油氣公司的顯著地位。我國應打破目前石油企業海、陸劃界和區域壟斷的局面，促進有序競爭，鼓勵石油企業加強勘探投入，增加油氣儲量，提高國內油氣供應能力。鼓勵石油企業「走出去」，同時國家應從政治上、外交上給予大力支持，為石油企業在國際上與跨國公司競爭創造條件。

在全球經濟趨於一體化的形勢下，能源安全已不是一個國家的事情，也不是一個國家能夠解決的，在國際領域開展多邊合作才是解決能源安全最根本和最有效的措施。加強與國際能源組織、地區性能源組織、能源消費國和能源生產國的對話與溝通，在全球範圍內尋找能源合作。我國應利用所處的地緣政治優勢，積極開展與東南亞地區的對話與合作，保持和東南亞國家的良好關係，保障我國海上油氣運輸通道的安全。

從美國能源安全政策的發展里程可以看出，美國一整套能源安全體系是建立在預防發生石油供應大規模中斷的基礎上的，兩次石油危機給美國經濟造成的打擊，在其能源安全體系中打下了深深的烙印。不過，隨著全球化和美國經濟實力的進一步增強，其發生大規模石油供應中斷的可能性大大降低，而國內能源管理上存在的嚴重問題浮出水面，成為美國能源安全政策的又一個大防治目標。我國也應該借鑒美國加州能源危機的教訓，在重視能源供應安全的同時，也要重視國內能源管理體制上存在的問題。

5.2 Stern Review

一、前言

全球暖化問題愈來愈嚴重，英國財政部在 2005 年 7 月時要求 Stern 博士（Stern 博士為前世界銀行首席經濟學家）進行有關氣候變遷所帶來的影響報告，此一評估報告結合世界上各個氣候變遷研究學者的努力，故命名為 Stern Review。

英國會這麼積極在這個議題上，其原因有二：

- (1) 依據科學家的報告，英國的政治領導者深知在長期下氣候變遷能影響這個世界。
- (2) 英國領導者認為未來的社會應走向低碳社會，且美國未簽署京都議定書，英國政府更認為要扮演起全球環境保護的角色。

此一報告是第一份詳細考慮氣候變遷對經濟活動、人類生存以及環境的實質（physical impact）影響，依照 Stern Review，全球在未來的 15 年間溫度會上升大約 2~3 度，如果吾人讓此一情況繼續惡化下去，吾人會遭遇下列情況：

- **冰河溶化**：冰河溶化將會造成洪水氾濫以及減少可用水源供給，最後終造成全球將近六分之一人口死亡。

- **農作物減少**：特別是非洲會面臨數百萬人無糧食可吃，在極度情況下（溫度上升 4 度），全球糧食生產都會受到嚴重的影響。

- **疾病傳播**：人類不僅會面臨糧食的缺乏導致的營養不良，隨著溫度的上升，還會導致疾病的傳染，例如瘧疾與登革熱。

- **海平面上升**：全球溫度只要上升 3~4 度，將會有數億至數十億的人面臨洪水威脅，特別是位於海岸線的城市，例如紐約、東京與東南亞沿海城市。

- **海洋生態的破壞**：依照報告，當全球溫度上升 2 度時，全世界有 15% 至 40% 的物種將會滅種。

二、Stern Review Report 的重點

（一）氣候變遷會造成氣候異常

隨著溫度上升，可以造成氣候異常，例如颶風、洪水、乾旱和熱浪，在極端的氣候條件下，全世界的總生產毛額(GDP)將會減少 1~5%，預估約 3680 億英鎊。

颶風和颱風的強度將會增加，依照 Stern Review，颶風的風速只要增加 5~10%，每年將會造成二倍的損失，光是在美國估計就會有 0.13% 國民生產毛額的損失。

在歐洲方面，洪水泛濫的次數將會倍增，以英國為例，在全球溫度上升 2 度時，洪水泛濫造成的損失預估約為 0.1%GDP，但全球溫度上升 3~4 度時，英國因洪水泛濫約會造成 0.2~0.4%GDP 損失。

(二) 氣候變遷對已開發國家的影響

氣候變遷並不是對每個國家都是負面影響，反而對某些已開發國家有正面影響(Tol et al,2004)，在高緯度的國家，例如加拿大、俄國、北歐等國家。

- 氣候變遷（溫度上升 2~3 度）對某些高緯度國家可以增加農作收成，減少對暖氣的需求，並可以間接促進觀光旅遊。
- 低緯度國家面對氣候變遷就變的脆弱多了，最近的報告顯示，只要全球溫度上升 2 度，將會減少這些國家 20% 的雨量。
- 最近在美國的研究報告顯示，氣候上升所造成的成本以及利益互有消長，但在最樂觀的情況下，大約會造成正負 1%GDP 的影響。
- 在面對氣候變遷的影響時，高緯度國家所受的影響比低緯度國家小，而富有國家所受的影響也比那些窮困的國家小，因為低所得國家較沒有資源去處理此一情況。

雖然氣候變遷對於富有的國家造成的傷害較貧窮國家小，但是如果吾人不正視氣候變遷的嚴重性，在這個世紀末會有無法預估的損失。

(三) 氣候變遷對財富以及產出之影響

氣候變遷會對產出造成影響，它會減少生產時所需要的水、食物以及能源。全球暖化會改變降雨量與加速冰河溶化速度，但在高緯度的國家可用水源將會增加，但在低緯度國家將會面臨降雨量下降以及農業灌溉壓力而使得水源短缺，根據最近的研究：

- 在南歐洲，假設全球溫度上升 2 度時雨量將會下降 20~30%，如果上升 4 度時雨量將會下降 40-50% (Schroter et al., 2006)。
- 在美國西岸，假設全球溫度上升 2 度時高山積雪量將會驟減 25~40%，溫度上升 4 度時，積雪將會減少 70~90% (Hayhoe et al., 2006)。
- 在澳洲，在溫度上升 2 度的條件下，冬天雨量將會明顯地減

少 15% (Preston and Jones, 2006)。

在食物方面，農業其實對氣候變遷是最敏感的，氣溫上升對於某些高緯度國家的農業產出是正面的 (Mendelsohn et al., 2004)，例如加拿大、俄國以及北歐等國家。在許多低緯度國家，例如南歐、澳洲西部以及美國西部，水源短缺會造成農作物嚴重不足，這種南北影響程度不平均的情形 (COPA COGECA, 2003)，造成在 2003 年熱浪侵襲南歐時，使得南歐農作減少 25%，而北歐農作產量增加 (愛爾蘭增加 25%)。

表 5-2. 溫度上升造成能源需求變動概況

地區	取暖需求(°C/年) ⁵⁰	冷卻需求(°C/年)
俄國	-935	+358
歐洲	-667	+310
北美	-614	+530
澳洲	-277	+427

資料來源：Warren et al. (2006)。

在能源需求方面，全球溫度上升減少暖氣需求，卻增加冷氣用電需求 (Warren et al., (2006)，見表 5-2)。在義大利，當溫度上升 3 度時冬天用電下降 20%，但是夏天用電卻上漲 30% (MICE, 2005)。在 2003 年時，熱浪侵襲歐洲，法國核電場發電量減少，原因為河水過熱不能冷卻核子反應爐。

(四) 氣候變遷對區域影響之概況

氣候變遷所造成的影響過於廣泛，各國由於地理位置的不同而面臨的問題也不盡相同，表 5-3 整理出各國面臨氣候變遷時所遇到的問題：

表 5-3. 氣候變遷對區域影響之概況

區域	氣候變遷造成之影響
美國	<ul style="list-style-type: none">● 氣候變遷對於美國之影響將會依地方的不同而有很大的不同，在北美短期下將會有利。最大的影響應是沿海城市遭受洪水泛濫以及颶風侵襲 (例如卡崔納颶風) 墨西哥灣，花費在預防洪水就可能所費不貲。● 降雪量減少以及冬季減短會使得水源供應短缺，會使得灌溉用水減少。● 當溫度上升 2-3 度時，必須採取種植作物多樣化並且改變種植時

⁵⁰ 在一年中每天的溫度超過此基準溫度就稱需冷卻需求，反之就為加熱需求，此為一整年的溫差變化加總，基礎溫度在此為 18 度。

	<p>間，當溫度上升3度，全美農作物將會減少5-20%的產出。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 由於地理位置較北的州可能因氣溫上升導致對能源需求減少，相對的較南方的州將會增加對能源的需求，經濟活動可能因此改變，有可能促使南方人口移向北方。
加拿大	<ul style="list-style-type: none"> ● 加拿大有廣大的冰原以及原始森林，溫度上升會使得冰原溶化速度加快，而花費在預防生產石油與天然氣的基礎設施成本增加。 ● 冰原覆蓋面積減少以及暖和的夏天會使得北極熊的生活條件變的更嚴苛。 ● 溫暖的氣候雖然會使農作產量增加，但冬季作物產量則會減少。
英國	<ul style="list-style-type: none"> ● 洪水泛濫使基礎建設遭到破壞，雖然防洪計畫一直做，但效果如何有待評估。 ● 嚴重乾旱發生次數增加。 ● 農業生產提高，但是要視是否有足夠水源以及良好作物改種計畫。
歐洲	<ul style="list-style-type: none"> ● 北歐洲農作物產量將提高，在冬天能源需求會減少但是在夏天能源需求則增加，洪水次數增加並且冬天滑雪遊客減少。 ● 歐洲許多沿海國家正面臨海平面上升的危險，例如荷蘭全國70%人口即將遭受到海平面上升1公尺的危險。
俄國	<ul style="list-style-type: none"> ● 俄國北部也是被廣大的冰原包覆著，溫度上升會使包覆面積減少，有利於石油以及天然氣的開採，但是會使溫室氣體排放增加，進而導致洪水侵襲。 ● 由於天氣變暖，會使俄國農業產量上升，但俄國南部則會遭受乾旱之苦。 ● 冬天能源需求減少以致於有多餘的能源可出口，但是夏天能源需求則會增加。
日本	<ul style="list-style-type: none"> ● 氣候變遷使得日本遭受更嚴峻的天災，如颱風以及海平面的上升，加上許多工業大城臨近海岸，這些城市正遭受空前危機。 ● 日本魚獲量將減少。 ● 主要城市溫度會上升，日本有40%發電量將會用於空調上。
澳洲	<ul style="list-style-type: none"> ● 澳洲是全世界最乾躁的國家之一，氣溫上升使得這國家遭遇到更嚴苛的環境，2002年的乾旱使澳洲農作物產量減少30%，全國損失1.6%GDP。 ● 熱帶疾病如登革熱將會傳播。 ● 氣溫上升會使澳洲的漁業以及觀光業大約20億美元損失。

資料來源：Stern Review。

(五) 已開發國家遭遇全球暖化時之成本估計

當全球溫度持續上升，洪水與颶風造成的損失將會遽增，其他的影響還包括季風的改變，這些都會造成巨大的損失並且會造成人口的移動以及區域間的衝突，這些效果會促使各國的對立與全球不安定。表 5-4 為不同區域間不同的自然災害之成本估計：

表 5-4. 已開發國家遇全球暖化時之成本估計

區域	事件種類	溫度	成本佔 GDP 之比例
全球	各種極端事件	2 度	0.5-1%
美國	颶風	3 度	1.3%
	沿海城市遭遇洪水	海平面上升 1 公尺	0.01-0.03%
英國	洪水	3-4 度	0.2-0.4%
歐洲	沿海城市遭遇洪水	海平面上升 1 公尺	0.01-0.02%

資料來源：Stern Review, 2006。

(六) 溫室氣體排放減量

減少溫室氣體排放 (GHG) 會產生極大的成本，這些成本主要來自於發展和使用低排放量以及高效率的科技，要減少對石化燃料的使用有幾種方法，減少對高耗能商品的需求以及增加生產效率及使用其他替代能源。依照 Stern Review 之減量目標，溫室氣體排放在 2050 年時要減少至現今四分之一的目標，也就是要維持大氣二氧化碳濃度 550ppm 的目標。

現今地球二氧化碳排放有將近 40% 是因為非石化 (non-fossil) 燃料所造成，故可以利用此一部份來有效減少二氧化碳排放，例如土地利用與農業生產活動。依照 Stern Review，全球溫室氣體排放有 20% 是因為森林的濫伐，假設吾人減少 1 公噸的二氧化碳排放量必須付出 5 美元的成本，有時甚至可以減少至 1 美元之譜。造林也是可以減少二氧化碳的另一種方式，依照 Benitez (2005) 等人指出，造林每年可以減少約 1Gt⁵¹ 二氧化碳排放量，每噸二氧化碳成本約 5-15 美元。

(七) 其他非能源溫室氣體排放經濟減量評估

生物存量、肥料、稻米產生的甲烷以及亞硝酸的排放，根據 IPPC (2001)，在 2020 年時要每年減少 1Gt 的二氧化碳排放量⁵²，每公噸之成本達每 27 美元，但最近的研究又顯示 (EPA)，在 2030 年時每年只要減少 0.2Gt 的二氧化碳排放量，每公噸排放量成本為 20 美元。

石化燃料在生產的過程中所產生的廢棄物以及其他能源產業排放的非二氧化碳溫室氣體現今每年排放量達 2Gt，如果能限制上述溫室氣體之排放量，我們每年能減少 2.3Gt 的二氧化碳排放量。

⁵¹ Gt 為 10⁹ 公噸。

⁵² 此一排放量不包括生質能。

現今每年有 1.4Gt 二氧化碳排放是由垃圾產生，故回收可使用資源以及重覆使用資源可以間接減少溫室氣體排放，IPPC (2001) 估計在 2020 年時經由上述間接減少的二氧化碳排放量可達 0.7Gt，每公噸成本為 5 美元。

工業生產中所使用氮化物也會產生二氧化碳排放，IPPC (2001) 估計上述情況每年可以減少 0.4Gt 的二氧化碳排放，每公噸成本為 3 美元。

三、對 Stern Review 之評論

本文對 Stern Review 的批評有四點：(1) 折現率為何使用 0.1% (2) 估計氣候變遷所帶來的成本 (3) 估計溫室氣體排放減量之成本 (4) 及早採取預防措施的好處到底有多少。

Stern Review 主要是以科學的角度出發，並且希望能預防氣候變遷可能帶來的災害和對政策做出建議，此篇報告包涵下列幾點：

1. 以氣候為決策因素有著下列特色：氣候不可改變性與氣候的慣性，氣候的影響可能持續幾個世代，這使得要做出相關決策顯得困難。
2. 採預先警告方式：防止大氣中的溫室氣體濃度過高。
3. 緩和氣候變遷的措施：以穩定氣候為目標，考慮二氣化碳排放帶來的外部不經濟和內部的技術發展來積極制定政策。
4. 匯集與組織所有有關氣候變遷之資料：這份報告也許會遭致許多主流經濟學界的批評，但此大膽報告確實合併政策科學、經濟學和環境倫理學。

Stern Review 為一政策建議的報告，其中提出三項強烈建議：

- (1) 氣候變遷會對全球造成嚴重的影響；
- (2) 應付氣候變遷的各種措施帶來的好處絕對大於它所帶來的成本；
- (3) 愈早做絕對比晚做好。

為了要評估剛列舉三點是否有邏輯與資料是否可靠，吾人討論以下幾個問題：

- (1) 跨期折現率的假設，在 Stern Review 中把折現率假設為 0.1%，此一折現率假設是否適當，折現率對於未來評價有著很重要的影響。

- (2) 氣候變遷帶來的成本估計大約為 GDP 的 5% 至 20%，這和當今其他研究符合嗎？
- (3) 為了氣候變遷所做的相關措施估計成本約為 GDP 的 1%，正確嗎？
- (4) 及早行動所帶來的優點。

(一) 折現率的假設

在 Stern Review 中，把社會福利函數設定為 $W = \int_{t=1}^{\infty} U(t)e^{-\delta t} dt$ ，其中 t 為時間， δ 為每年社會發生災難的機率，設定為 0.1%，在討論議題 1 前，必須先瞭解 3 點：

- (1) 在面對不同區域和部門間加總時，折現率對氣候變遷影響分析和溫室氣體排放減量 (mitigation) 分析有很大的影響。
- (2) 折現率其實就是時間偏好率 (the rate of pure time preference)。
- (3) 相關研究在推估時都只做到 2100 年，但 Stern 做到 2200 年。

關於上述第 1 點，Nordhaus 在他的 DICE 模型中也使用了相同的社會福利函數，他估出的結果顯示在面對不同區域或部門時，氣候影響分析有著較大的影響。關於第 2 點，Nordhaus 認為若折現率設為 0，現在影響和程度將會和未來影響度相同，故折現率一定要設定大於 0，若設為 0，此一方程式將無解。關於第 3 點，如果使用折現率為 0.1%，我們可以預期結論將會告訴吾人愈早採取行動愈好。

(二) 氣候變遷帶來的成本

AIE 與 NIES 認為在 Stern Review 的第 6 章中，估計氣候變遷帶來的成本太高，原因為 (1) 沒有考慮影響的種類：非市場影響 (non-market impacts)，例如人類健康。(2) 沒有考慮當發生氣候變遷時的因應措施：氣候變遷會加速人們因應措施 (Third Assessment Report, 2001)。

(三) 因應措施之成本的正確性

在以二氧化碳濃度為 500 至 550ppm 為目標時，2050 年二氧化碳排放量必須減少 18Gt，且 2075 年需減少 7Gt，更進一步的研究中，在 business-as-usual (BAU) 條件下，在 2050 年排放量要減少 61Gt，在 2075 年排放量要減少 70 Gt，依據 Anderson 的估計，他利用蒙地卡羅模擬方式，模擬出至 2050 年時 GDP 減少的幅度約為 -0.6% 至 3.5% (假設在未來技術進步能使生產成本減少四分之三情況下)，也就

是說，在沒有考慮技術進步情況下，為了氣候變遷所做的相關措施估計成本會高估，原因為在訂定減量目標下，會加速技術進步而間接促使經濟成長。

(四) 及早行動所帶來的優點

關於此一問題，吾人必須體認以下重點：(1) 延遲實施排放減量措施之影響、(2) 及早實施排放減量措施的基礎、及(3) 上述二點都有不確定性。Ferenc 等人在 1997 年的文獻中早指出未來十年溫度一定會再上升 0.2 度上下，Vuuren (2006) 等人也指出在合理的成本與現有技術條件下，縱使所有的條件都吻合，在 2030 年時也不可能會使溫度只有上升 0.2 度，所以吾人可知及早因應溫室氣體增加是必需的，但也要注意實施減量所發生的成本和溫室氣體帶來的成本之間抵換的關係。再者，吾人可以預期因為技術進步，在不久的將來溫室氣體排放減量成本也會降低，故此時貿然要求溫室氣體減量並不是明智之舉。

5.3 歐洲能源策略綠皮書

一、前言

隨著歐盟成員國陸續的增加，歐洲大陸單體化國度逐漸成型，歐盟也躍升為世界第二大耗能國，各類能源發展的難題也隨之接踵而來。歐盟意識到危機的出現，於 2006 年 3 月 8 日發表了《歐洲安全、競爭、可持續發展的能源戰略》(亦稱《綠皮書》)，並於 2006 年 3 月底在布魯塞爾舉行的春季高峰會上討論了該項戰略。雖然各國在開放本國能源市場的速度和建立歐洲統一能源監督機制方面仍存在分歧，但 25 個成員國的領導人就加強能源合作與協調，實現能源供給多元化，進一步改善能源內外市場，加強能源研發，發展可持續能源，確保能源供給安全等重大政策方面達成了共識，一致同意建立歐洲共同能源政策。本文旨為介紹此一綠皮書的重要內涵。

二、能源策略發展背景

歐洲先天能源條件匱乏不足，能源基礎設施老化，新能源研發進展緩慢，環境壓力大增等原因導致歐洲近年來面臨下列嚴峻的能源挑戰：

(一) 能源基礎設施陳舊老化，早已無法面對近年來不斷增加的能

源需求，極需能源設備投資的新建設。

- (二) 歐洲的能源進口占其總量的 50%，如不採取措施，任其發展，那麼在未來的 20~30 年，其能源進口將達到占其總量的 70%，嚴重威脅歐洲的能源供給安全。
- (三) 天然氣供給告急。目前歐洲的天然氣主要依靠俄羅斯、挪威和阿爾及利亞三個國家的進口。按其發展速度，在未來 25 年中，歐洲天然氣的進口將占其總量的 80%，嚴重影響 4.5 億人的正常生活。
- (四) 世界能源需求量猛增，嚴重制約了歐洲的能源進口。從 1994 年起，世界石油需求量增加了 20%，年增長率達 1.6%。與此同時，全球的 CO₂ 排放量也不斷增加，至 2030 年將增加 60%，嚴重威脅人類的生存環境。
- (五) 石油和天然氣的價格暴漲。近兩年，歐洲的石油和天然氣價格幾乎增加了兩倍，造成了電價的波動。因而，加強能源研發與創新，提高能效，節省能耗已成為歐洲緊迫的任務。
- (六) 氣候變暖，生態環境惡化。據專家研究表明，氣候變化和溫室效應氣體排放已使全球平均溫度提高了 0.6 度。如不採取措施，至本世紀末，全球平均溫度將上升 1.4~5.8 度。到時後全球各地區，包括歐盟將面臨經濟和生態體系的大災難。
- (七) 歐洲尚未建成一個具有充分競爭性的能源內部市場，因此建立一個充分競爭的歐洲能源內部市場是形勢所迫。

因此為了因應接踵而來的能源考驗及歐洲大陸未來的發展，歐盟需要達成一個具有一致性且前瞻性的新能源政策共識，因此產生了一部指導歐洲未來能源發展的綠皮書。其中所關注的問題重點可歸納如下：

1. 缺少具競爭力的內部能源市場：如何使歐盟內各國有相同的共識，如何去實行政策，如何在歐盟體系內訂定一個大家都可接受的能源價格？
2. 能源多樣化與分散化：歐盟應如何去分散能源進口來源，如何要讓各國達成這個共識？
3. 團結性 (solidarity)：當能源供給發生危機時，歐盟要採取何種因應措施？
4. 永續發展：要如何發展一個策略能包括氣候變遷、環境保護以及能源安全？
5. 創新與技術進步：什麼行動才能使歐盟在能源技術領先國際？
6. 對外政策：歐盟是否應該要有個一致對外的能源政策？如何

讓歐盟各國有共同的聲音？歐盟是否應與其他能源生產大國或能源消費大國結盟？

要發展歐洲能源政策將會是一個長期的挑戰，這需要不停的溝通及努力，因此才會有此綠皮書的出現。

三、六大議題

(一) 建置公開自由的能源市場

如果沒有一個公開的能源市場，將難以落實能源的永續性、競爭力、以及能源安全，而且公開市場將能使歐洲的電力及天然氣價格更為低廉，也會加強能源供應安全與增強競爭力。至 2006 年底，歐盟為使天然氣以及電力市場供給與價格更穩定，確定推動以下 5 個重點：

1. 建立歐洲能源網路：消費者需要一個整合型的歐洲能源網路，將以用法律和規則（如歐洲網路規章（European Grid Code））來促進各成員國間能源的貿易來達成，促進更平均的能源分配。
2. 能源相互連接計畫：在 2002 年巴塞隆納舉行的歐洲會議中也已經做出共識，同意成員國間的能源互相交換，但是這必須建立成員國間有剩餘的能源可以交換或願意去交換的基礎上。
3. 投資電力部門：為了淘汰老舊發電設備以及因應能源需求，歐盟在未來的 20 年，必須更積極的投資。
4. 促進歐洲產業的競爭力。
5. 為了促進歐洲的產業競爭力與製造工作機會和經濟成長，建立歐洲內部的能源交易市場是非常重的，完整並且具競爭力的電力和天然氣交易市場能使能源供應不穩定的影響降到最小。

(二) 建立足以確保能源供應安全的內部能源市場

自由化以及競爭化能源市場有助於提升能源供給安全，也能傳遞正確的訊息而有利投資，以下幾點是未來可能會考慮的方向：

1. 儘早建立一個「歐洲能源供給觀測站」，以便監控歐盟能源市場之供給與需求，希望能及早發現一切可能之能源供應短缺。
2. 經由合作以及資訊交換能增進區域能源安全。
3. 確保能源基礎設施之完善，期能發展一套機制來確保當能源基礎設施遭到破壞時的因應方案。

(三) 重新檢討歐盟的緊急石油與天然氣存量方案

石油是全球動盪不安的主要原因之一，當美國遭遇到卡崔納颶風侵襲時，IEA 的石油存量當時運作良好，可見良好的石油存量方案以及面對全球波動時的因應機制是很重要的。再者，現有因應天然氣以及電力供應不足時的方案都必須再重新檢討。

為了讓能源供應不虞匱乏，能源多樣化是勢在必行的，「歐洲策略能源報告」(Strategic EU Energy Review) 建議各成員國多發展水力、風力、生質能以及改善煤和核能使用效率。煤和褐煤現今占歐洲總發電量的三分之一，但氣候變遷迫使各國以更積極態度來發展更乾淨的煤發電技術。核能發電已占全歐洲總發電的三分之一，但核能發電的安全問題也被廣泛討論，歐盟期待自己能扮演好評估核能所有利弊的角色。

(四) 因應氣候變遷之完整方案

全球溫室氣體排放量將在 2025 年前達到最高峰，為了因應全球溫度最多只能上升 2 度的目標，溫室氣體排放量須減少到比 1990 年的排放量還少 15%，這個巨大的挑戰代表歐盟必須立刻採取行動，特別在能源有效性以及再生能源。改善能源有效性以及發展再生能源可以增加能源供的安全度，並且減少歐盟對進口能源的依賴，上述行動一樣可以創造出許多就業機會且讓歐盟的技術領先其他國家。

1. 從小地方做起：讓能源更有效的被使用

讓能源做更有效率的利用並不意謂我們要犧牲舒適和方便，為了要避免能源被浪費，增加生活所需的能源價格反而能為我們節省更多的能源，利用價格的訊號可以使能源被更經濟和更理性的使用。雖然歐洲可以說是最會節約能源的地區，但能源效率綠皮書 (Green Paper on Energy Efficiency, 2005) 指出每年大約有 20% 的能源被浪費，大約 600 億歐元，為了要解決上述能源的浪費，最有效的工具是制定出一個歐盟成員國都能遵守的政策，這個政策包括的重點應為發展再生能源、改善再生源使用效率、能源多樣化。為了在 2020 年前使上述 20% 的能源不再被浪費，以下有幾個措施可以參考：

- 興建節能之大樓，特別是公部門大樓。
- 改善運輸部門能源使用效率，特別是歐洲大都市的大眾捷運系統。
- 制定一套機制能促進投資能源服務公司。
- 發展歐洲的白色認證 (white certificates) 系統，藉由權證

的交易，能夠增加能源使用的效率。

- 教導消費者和製造商如何去分辨工業設備或汽車的耗能程度，讓大家瞭解產品耗能的程度。

2. 增加再生能源的使用

自 1990 年代開始，歐盟已經開始致力於再生能源，到目前為止歐洲設置的風力發電量約等於 50 座火力電場的發電量，在過去 15 年當中，風力發電的成本已經減半，而且現今歐盟的再生能源市場每年的營業額已達到 150 億歐元（已占世界一半），雇用 30 萬名員工，再生能源即將能與石化能源競爭。

在 2001 年時歐盟就已做出決定要在 2010 年時，再生能源發電量要占總發電量的 21%，以現今情況來說，如果歐盟要符合在 2050 年前溫度只上升 1-2 度的目標下，那就必須減少石化燃料的使用，故更加積極發展再生能源是當務之急（事實上再生能源已經是發電第三大來源），而將來發展再生能源的主要重點為：

- 確立在 2010 前所有要實現的目標，這些目標將會實現在電力以及燃料部門。
- 制定新的區域冷暖氣方案，以配合區域能源節約計畫。
- 制定短中長期能源進口計畫，慢慢的減少能源進口。
- 相關的研究要更貼進市場需求。

3. 碳固化及地質儲存

碳固化能使石化燃料的溫室氣體接近零排放量，但需有相關配套措施，但此種做法有一定的危險性並且要確保環境不被破壞，故需要通盤的考量。

(五) 鼓勵研發

研發與使用更新的能源技術能增加能源供應安全也可以增進產業競爭力，第 7 屆組織計畫（Framework Program）也說明要解決能源的問題別無他法，只有發展再生能源技術，對於運輸部門而言，研發更經濟可行的替代能源是唯一方法。

歐盟應該多考慮更多金融政策去鼓勵能源研發投資，建立一個歐洲能源科技平台，藉由技術交換而促使能源生產更具效率。

(六) 制定對外一致的能源政策

歐洲需要一個一致對外的能源政策，一致性的能源政策可以讓歐盟在處理能源問題上扮演重要的角色，這個能源政策應包涵幾個主要目標與政策工具：

1. 制定清楚明白的能源安全政策以及能源分散化政策

這個議題對世界各個其實是一樣重要的，特別是在建立新的天然氣以及液化石油氣管線，分散液化天然氣供應來源。

2. 與能源生產國以及能源輸送過境國的合作關係

歐盟與其能源供應者是相互依存的關係，這反應能源生產國與能源過境國的對話是非常重要的。同樣地，能源議題也是國與國間政治對話的項目，例如八大工業國（G8）的多邊對談。

3. 對危機能有效的反應

對於能源帶來的危機要能馬上立即的反應，最近的經驗告訴我們要有效的反應必須靠區域間合作。

4. 帶動能源產業發展

對於發展中國家，能源是至關重要，歐盟應該負起帶動發展中國家的能源生產，例如非洲國家的水力發電只被開發 7% 而已，故幫助發展中國家解決能源問題也可以直接幫助數百萬人的生活。

四、綠皮書的核心戰略目標

簡單的說，歐洲能源政策綠皮書文中描述的戰略目標皆環繞著下列三個主題：

- (一) 可持續性：開發具有競爭力的可再生能源和其他低碳能源和載體，特別是替代運輸燃料；在歐洲內部抑制能源需求；領導全球共同努力阻止全球暖化，改善空氣質量。
- (二) 可競爭性：確保能源市場開放使消費者和整個經濟發展受益，激勵生產清潔能源和提高能源效率的投資；減輕國際能源價格高漲對歐洲經濟和其居民的影響；使歐洲始終處於能源技

術的前端。

- (三) 供給安全性：採取各種措施控制歐盟能源對外依存度，包括降低需求，增加本地資源特別是可再生資源利用，加強能源結構多元化，進口來源和運輸路徑多元化；建立激勵機制，滿足能源投資需要；提高歐盟應對突發事件的能力；為歐洲公司在全球各地獲取資源創造條件；確保所有的居民和企業都可以獲得能源。

為了保證上述三大戰略目標的實現，歐盟制定了對應的六大政策和一系列具體措施。

五、綠皮書的六大政策

- (一) 歐盟應建立內部天然氣和電力市場。建立統一的歐洲輸電網絡，包括統一的歐洲電網標準、調節機制和歐洲能源網路中心；推動互相連接；建立激勵新投資的機制；通過歐盟委員會、管理部門以及競爭機構之間的更好合作，提高競爭力。
- (二) 歐盟應保證內部市場供應安全以及成員國之間的團結。修訂現行石油和天然氣儲備的歐盟法律；建立歐洲能源供應觀察站，提高歐盟能源供應安全的透明度；增加輸電系統營運商之間的合作，建立正式的歐洲輸電系統營運商小組，提高電力營運網路的安全性；提高基礎設施的安全性，制定統一標準；提高能源儲備的透明度。
- (三) 歐盟需要真正在全歐盟範圍對不同能源進行討論，包括成本以及對氣候變化的影響，使歐盟的能源結構符合供應安全、有競爭力和可持續發展的目標。
- (四) 歐盟要以符合其里斯本目標的方式應對氣候變暖所帶來的挑戰。歐盟委員會可以在歐洲理事會和議會中提出以下建議：
 1. 2020年實現節約能源20%。提高能效，包括建築能效，利用金融手段和機制，鼓勵投資，加強交通節能，在歐洲範圍內啟動“白色證書”系統，提供更多的能源性能資訊，制定最低標準。
 2. 選定可再生能源長期路線圖，加大力度實現現有目標，選擇2010年必須實現的目標和指標；制定新的取暖和製冷標準；制定詳細計畫，逐漸降低歐盟石油進口依存度；積極推進清潔和可再生能源市場化進程。
- (五) 制定能源技術戰略計畫。以歐洲技術平臺為依託，對技術資源進行最佳配置並選擇聯合技術作為發展能源市場領先技術之動力。

(六) 統一對外能源政策。歐盟需要有一個清晰的對外能源政策，歐盟委員會建議：確定新能源基礎設施建設的優先順序，建設泛歐能源共同體條約，與俄羅斯建立新的能源合作關係，建立新的歐盟機制，對影響歐洲能源供應的外部緊急情況作出迅速和協調的行動，加強與主要能源供應國和消費國的關係，建立提高能源效率的國際協議。

除了上述的六大政策外，歐盟也明訂了具體的因應措施，如表 5-5 所示。

表 5-5. 綠皮書之能源措施

政策分類	對應六大政策之因應措施
1. 建立內部天然氣以及電力市場	2006 年底，歐盟將執行“電力”和“天然氣”第 2 號指令，完成對歐洲電力和天然氣內部市場競爭機制的研究與規劃
	2007 年 7 月，全面開放歐洲能源市場，消費者有權自由選擇自己的能源供應商，尤其是電力、天然氣的供應商
	創建歐洲電力和天然氣統一網絡，制定共同法規和標準，促進統一網絡的快速發展
	修訂歐洲能源網絡規則，確保該網絡更加協調、平穩、健康地發展
	2006 年底，歐盟將制訂新的措施，提高成員國之間的電力生產與供應連接，加大公共與私人投資，加速已老化的電力生產設施的更新與改造
	對輸電和配電活動按類別進行分離管理，進一步促進電力內部市場開放，使之更加均衡，更加自由地發展
2. 確立內部市場能滿足需求並且穩定成員國間的關係	通過歐洲能源市場運行，進一步提高歐洲工業的國際競爭力，振興經濟，創造更多的就業機會
	建立歐盟能源、環境及競爭力之專家組織，專門負責提高能源相關部門的管理水準及能源的國際競爭力
	儘快創建歐洲能源供給觀測機構，監測能源市場的運行，快速預測、預報能源供給和基礎設施的風險及危機，加強與國際能源署的合作
	歐盟須加強與歐洲能源運輸網絡的合作，不斷改善該網絡的安全
3. 分散能源來源	建立能源基礎設施安全應急機制。在任何成員國的能源基礎設施發生突發事件時，確保快速、有效地進行搶救與恢復。制定歐盟統一的能源基礎設施標準和管理條例
	重新確立歐盟關於石油、天然氣戰略儲備立場，預測能源供給的風險與危機
4. 因應氣候變遷	定期出版歐盟關於歐洲石油儲備資訊刊物，增強石油市場的透明度
	重新審查與修訂歐盟現有的天然氣和電力供給安全指令，使其更適應歐洲天然氣和電力能源生產、運輸、供給及需求的實際發展情況
	根據歐洲現有的能源情況及對未來能源需求的預測，歐盟將對不同能源資源（石油、天然氣、煤、核能、再生能源等）進行其利弊的綜合分析，制定新的能源發展政策，確保能源供給的安全

	大力發展清潔能源，尤其是加速清潔煤、氫能和燃料電池等新技術的研發，減輕環境的壓力
	目前核能已占其歐洲能源總量的 1/3，為歐洲的能源供應做出了巨大貢獻，但考慮到核廢料處理及核安全問題，歐盟將重新評估其價格、有利和不利條件，並通過透明、廣泛的大辯論後，重新決定核能的發展方向
	鼓勵和支持各成員國制定符合國情與因應氣候變化的行動計畫。在能源領域，歐盟將制定統一的實現里斯本戰略目標的整體戰略
	面對世界氣候變化的威脅，歐盟將堅定不移地執行提高能效和發展新能源的戰略
	大力提倡節能，充分利用市場調節，使公民更加合理、經濟、自由地支配各種能源的節約使用
5. 能源科技 計畫	歐盟將制定宏偉的指導能效行動計畫。至 2020 年，要使歐洲的總能耗降低 20%，重點是建築、辦公、運輸、工業等領域
	歐盟決定至 2010 年使歐洲利用新能源發電的產量占其耗能總量的 21%
	30 年來，歐洲的研發與創新已使煤電企業的能源產量提高了 30%，為煤炭和鋼鐵生產做出了巨大貢獻。歐盟決定今後的研發與創新要集中解決降低 CO ₂ 的排放量
6. 能源對外 政策	歐盟必須要制定一個清晰的有關能源供給安全和能源多元化的對外政策。
	歐盟必須與世界能源生產商和能源轉口國及其他能源機構建立合作夥伴關係，積極參與國際能源各項活動，為解決世界能源重大問題做出貢獻
	歐盟必須繼續鞏固和發展已建立的有關歐洲地區能源同盟的合作關係，如 EU-東南歐能源同盟、EU-Maghreb 電力市場、EU-Mashrek 天然氣市場、歐盟與裏海和地中海沿岸國天然氣市場等。
	對外的能源政策須與歐盟的總體對外政策融合，通過各種國際合作渠道密切關注世界能源的新挑戰與環境的治理，尤其要與美國、加拿大、中國、日本和印度等國加強在氣候變化、能效、新能源、新技術研發、能源投資及世界能源市場進入等重點領域的合作。
	根據“京都議定書”，歐盟需要兌現自己的承諾，加大對發展中國家能源投資，幫助發展中國家，尤其是在非洲國家執行的能源基礎建設、節能、新能源開發、改善能源環境等項目，改善上百萬居民的生活

六、小結

總體來看，歐盟能源政策《綠皮書》在政治、經濟和環境各個方面都雄心勃勃。儘管這只是一個建議性框架，尚未付諸政策實踐，但它反映了歐盟為應對未來世界能源問題而調整能源戰略的基本思維，也預示著歐洲未來可能的發展方向，因此值得特別關注。對於其中的措施建議對世界經濟和貿易可能產生的影響，值得重視。

5.4 英國的氣候變遷法 (Climate Change Bill)

一、前言

英國政府為於 2050 年達到溫室氣體減量 60% (相較於 1990 年) 的目標，邁向低碳經濟社會 (low carbon economy)，乃由英國「環境、糧食與鄉村部」(Department of Environment Food and Rural Affairs, DEFRA) 於 2007 年 3 月 13 日提出一份二氧化碳減排管理的氣候變遷法案 (Climate Change Bill) 草案，英國環境部秘書 Miliband (2007/03) 指出，如果該法案通過，英國將成為全世界第一個設定具法律約束力的碳減排國家。依據該法案的內容，未來政府部門在溫室氣體減量上，將與政府支出行為一樣，必須編制碳減量預算，稱為「碳預算」(Carbon Budget) 計畫，而且必須落實預算執行，否則將接受行政處份。

英國溫室氣體排放量約占全球 2%⁵³，儘管比例不高，然而，英國可謂當前國際溫室氣體減量推動最積極與成效最高的國家之一，2005 年已達到減量 16.2% 的目標 (相較於 1990 年排放水準)，相當於京都承諾目標的兩倍 (見圖 5-1)。因此，英國規劃中的「氣候變遷法案」(Climate Change Bills) 是將英國推向另一個更具成本有效 (cost effectiveness) 減量路徑的重要法案，可謂當前國際上最重要的溫室氣體減量政策之一，該法案主要針對國家溫室氣體減排與調適政策的長期規劃與推動步驟，目標在於邁向低碳經濟社會，值得我國學習。本文針對該法案之內容進行深入分析。

二、法案重點內容

(一) 四大重點與特色

1. 建立可靠與可信賴的長期(至 2050)減排路徑，最終達到 2050 年減排 60% (相較於 1990) 的溫室氣體排放量目標。
2. 成立一個獨立的執行機構，稱為「氣候變遷委員會」(Committee on Climate Change)，負責規劃與執行溫室氣體減排工作。
3. 制定適當的政策工具，有效達成減排目標。
4. 建立清楚的行政部門責任，特別是定期向國會報告最新減排與調適政策進展的義務。

(二) 碳目標與預算

⁵³ 台灣溫室氣體排放量約占全球 1%。

1. 制定具法律效力 (statutory target) 的減排目標

- (1) 由政府制定 2020 年達到 26-32%，以及 2050 年達到 60% 減排目標，並藉由推動國內與國際減排行動計畫，達成上開目標。
- (2) 英國並將以其制定的減量目標，作為「後京都」(Post Kyoto) 第二減量承諾期的承諾目標。
- (3) 雖然目前尚未對國際空運與海運減排進行規範，然而該法案已納入空運與海運減排規範。
- (4) 二氧化碳 carbon dioxide, CO₂) 排放占英國溫室氣體排放量的 85% (2005)，因此，該法案以 CO₂ 減排為主，而以 Non-CO₂ 減排為輔，透過聯合減量策略，提高成本有效性。

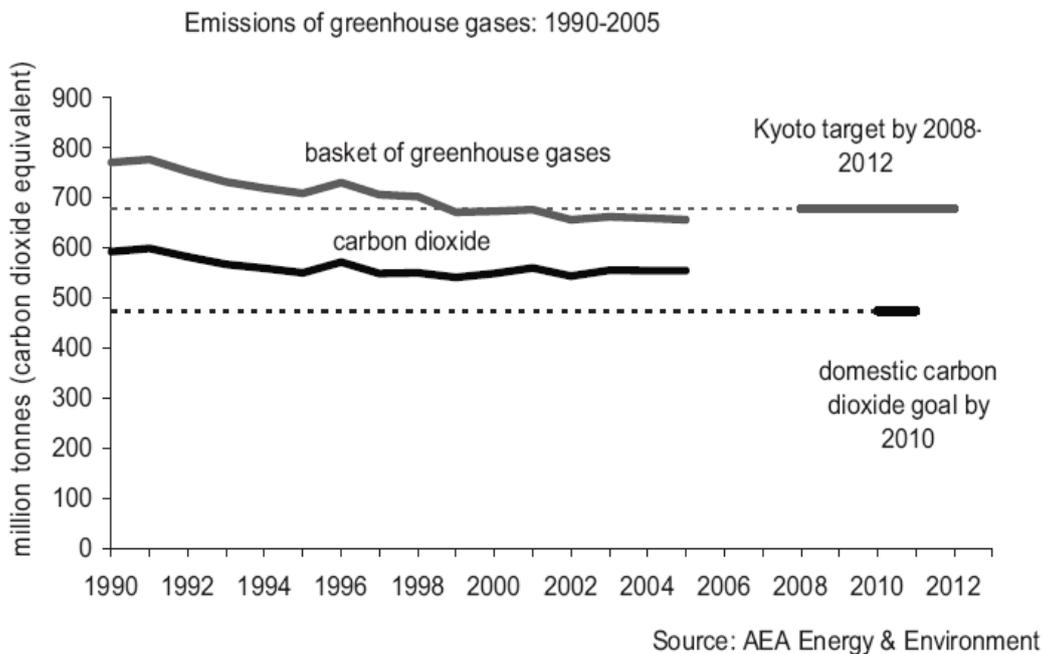


圖 5-1. 英國溫室氣體排放與減排成效趨勢

2. 碳預算 (carbon budget)

- (1) 為建立有效達成長期(2020 及 2050 年)目標的檢視機制，稱為「碳預算」機制，藉由碳預算機制可以確認政策措施的有效性，以及早修定更具經濟有效的方法。
- (2) 碳預算實施方法很簡單，政府需提出五年為一期的碳排放目標(或碳減排目標，見圖 5-2)，並以五年總排放量為管制目標，可以避免某一年遭受特殊情況，如能源價格波動及氣候條件改變等，所導致之排放量不確定性，因此，以

五年為一期的管理策略，可以提高執行的彈性（flexibility）。

- (3) 政府需一次提出 3 個五年碳預算計畫，且碳預算隨時間遞減，見圖 5-3，政府一次提出十五個五年碳預算計畫，主要考慮產業部門的長期投資計畫，往往需要獲得較明確之政府碳管制資訊之需求，作為投資決定之參考。
- (4) 由於政府需提出明確的長期碳預算計畫，因此，政府必須掌握充分資訊，以利碳預算提出，所需的資訊包括：(a) 氣候變遷的科學性知識；(b) 減排科技的創新與發展；(c) 產業與整體國家競爭力衝擊；(d) 租稅與公共支出改變對財政之衝擊；(e) 貧窮家庭之能源消費能力變化等社會狀況衝擊；(f) 能源供給以及能源密集度與碳密集度的衝擊；以及 (g) 國際情勢發展的變化等。
- (5) 政府必須對提出之碳預算計畫，承擔法律責任，換言之，如果政府無法執行該預算，將接受法律懲處。

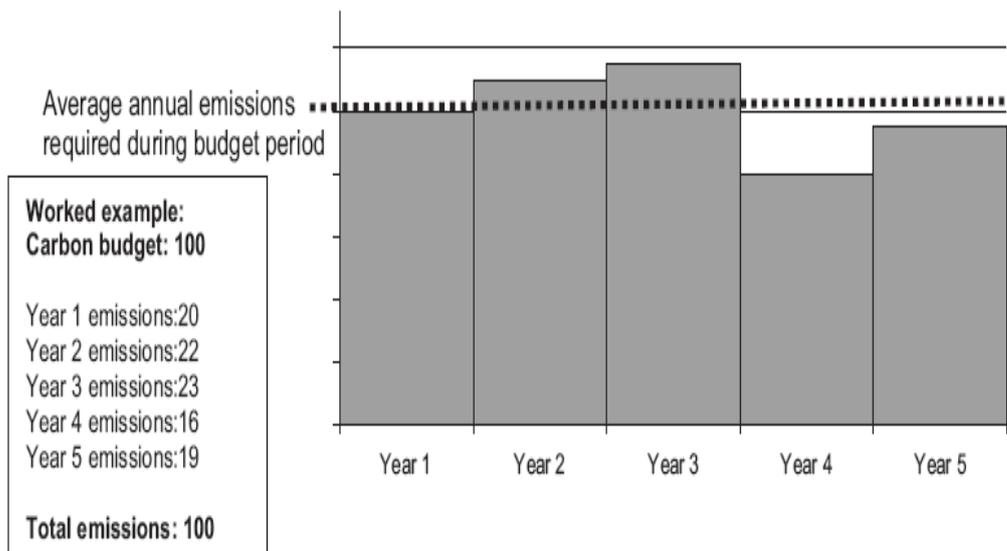


圖 5-2. 碳預算以五年為一期

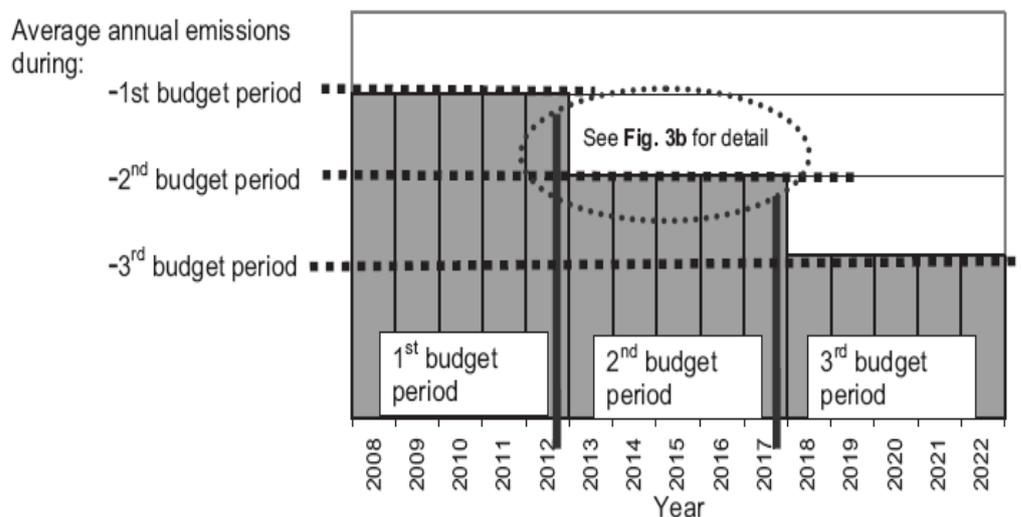


圖 5-3. 碳預算隨時間遞減

3. 減量目標與碳預算之評鑑 (review)

- (1) 考量國際情勢發展：依據目前國際協商的進展，後京都減量承諾協議，預估在 2009 年將會有較明確結果，掌握國際新協商發展與資訊，作為英國減量目標與碳預算修訂之參考。
- (2) 建立目標修訂機制：國家溫室氣體排放與經濟成長緊密關聯，因此，執行碳預算具有高度不確定性與風險，故掌握關鍵影響因子，作為目標修訂依據。
- (3) 獨立、公開與透明的評鑑機制：由獨立之「氣候變遷委員會」定期評鑑執行成效，並提出公開與透明的評鑑報告，並與國會取得協議。

4. 納入京都機制碳減量信用量

- (1) 基於京都機制（包括清潔發展機制、共同減量及排放交易）所創造的碳減量信用，均可作為國家碳減量目標的抵減量，提高成本有效性，以及減量目標的可行性；
- (2) 參與歐盟碳排放交易系統，並將獲得的減量信用，抵減國家減量目標；
- (3) 英國政府將制定一套制度，明確規範京都減量信用的抵減辦法

5. 碳儲存 (banking) 與借貸 (borrow)

- (1) 碳預算計畫以五年為一期，而且是以五年總排放量作為核

算基準，隱含每一年的差額排放量（實際排放量低於當年目標排放量），可以儲存至下一年度（如圖 5-4 所示）。此外，如果該預算期的總排放量低於目標排放量，亦可以儲存至一預算期。

- (2) 儲存機制除了可以提高政府碳排放管理彈性之外，亦具有鼓勵先期行動的誘因。
- (3) 如果實際排放量超過目標排放量，允許政府可以向下一碳預算期預借排放量，然而，規定一個最大預借量，並應於下一個碳預算期扣抵該預借量，見圖 5-4；由圖 5-4 可看出，如果第一預算期的第五年排放量超出目標排放量，則應於下一預算期平均分配於各年的額外減排量。
- (4) 制定儲存與預借的配套措施，可以大幅提高碳預算的執行彈性，降低不確定因素的干擾與影響，依據英國「管制衝擊評估」（Regulation Impact Assessment, RIA）報告指出，大約允許 1% 的總預算量，即可提高碳預算計畫的執行能力。

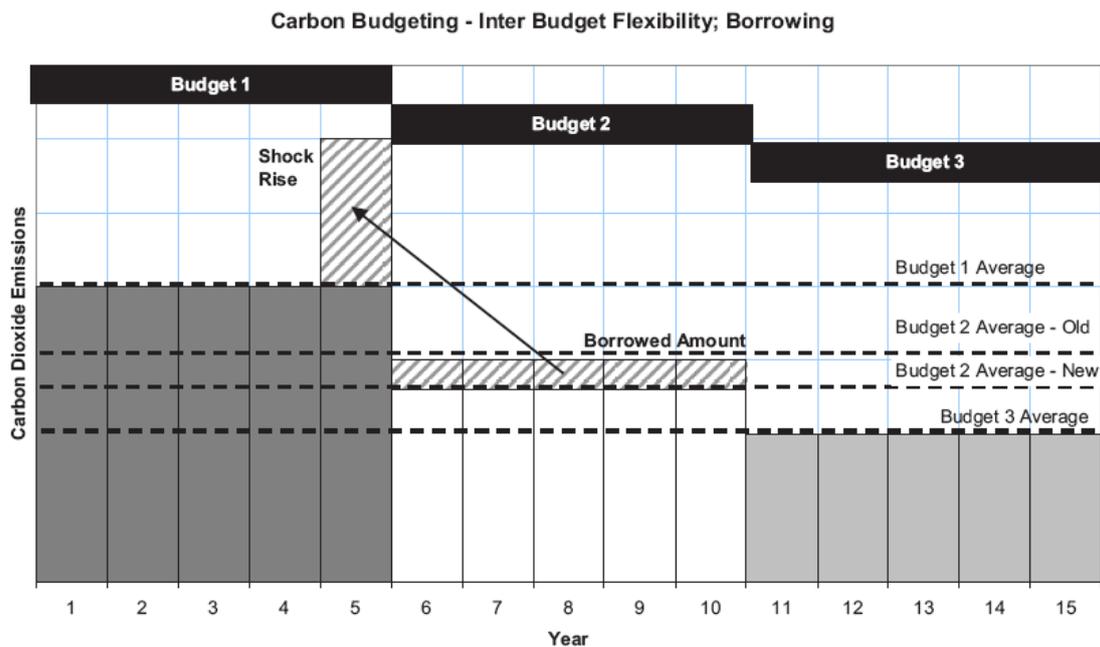


圖 5-4. 碳預借行為示意圖

6. 碳預算遵行機制

- (1) 政府必須承擔法律責任：由於碳預算具法律約束力，因此，英國政府如果沒有落實碳預算目標，將進入司法評鑑（Judicial Review, JR）程序，承擔其法律責任。
- (2) 建立透明化報告機制：英國政府必須定期向民眾與國會報

告執行狀況，可以持續性監督政府執行該碳預算的最新發展，提高現在或未來政府努力執行碳預算的誘因。

(三) 氣候變遷委員會

1. 成立氣候變遷委員會的必要性

- (1) 存在很多達到 2050 年減量目標的路徑與方法（或替選方案），如何兼顧經濟發展與溫室氣體減量是最主要的考量，而目前英國政府已建立一套完善的溫室氣體盤查機制與如何達到成本有效的政策工具，並已完成各項評估報告，為避免政府報告遭受政治力影響，扭曲評估報告，喪失其公信力，應建立一個客觀及具有公信力的獨立機構。
- (2) 英國政府未來將成立「氣候變遷委員會」(Committee on Climate Change)，負責評鑑政府的評估報告，並提出建議，以確保長期減量目標的達成。

2. 氣候變遷委員會的功能

- (1) 作為政府執行碳預算的顧問：除了評估政府執行碳預算計畫報告之外，對初始的三期碳預算計畫（2008-2012, 2013-2017, 2018-2022）提出建議。
- (2) 檢視國內外碳減量成效：包括檢視國內與國外碳減量計畫（CDM 與 JI）執行內容，以及碳交易計畫執行成效。
- (3) 審視政府碳預算的儲存與預借活動，並對政府提出相關溫室氣體減排計畫，特別是針對 non-CO₂ 的減量計畫，以及提出更具成本有效的執行計畫的政策建議。

3. 氣候變遷委員會考量的因素

- (1) 氣候變遷委員會需要提交一份英國達到長期目標的最適減量推動方案給英國政府參考，因此，氣候變遷委員會必須綜合多項因素，例如最大化正向衝擊，最小化負向衝擊，作為最適減量路徑評估的基礎，其他考量因素，如前所述，包括：(a) 氣候變遷的科學性知識；(b) 減排科技的創新與發展；(c) 產業與整體國家競爭力衝擊；(d) 租稅與公共支出改變對財政之衝擊；(e) 貧窮家庭之能源消費能力變化等社會狀況衝擊；(f) 能源供給以及能源密集度與碳密集度的衝擊；以及 (g) 國際情勢發展的變化等。
- (2) 氣候變遷委員會組織：成立一個 5-8 位委員的委員會

(board)。

- (3) 為確立該委員會的公信力，委員會必須清楚及合理評估減量政策對經濟成本、效益與風險的衝擊評估，換言之，委員必須具備上開的專業，而不是其他的利害關係人 (stakeholder)，綜合委員會委員必須具備專業與領域條件包括：(a) 經濟分析與預測 (economic analysis and forecasting)；(b) 產業競爭力 (business competitiveness)；(c) 財務投資 (financial investment)；(d) 科技發展與擴散 (technology development)；(e) 能源生產與供給 (energy production and supply)；(f) 氣候科學 (climate science)；(g) 排放交易 (emission trading)；及 (h) 氣候變遷社會衝擊等。

(四) 加強能力 (enabling power)

為確保達成碳預算目標，必須研擬新政策措施，提高減量能力，基於此，氣候變遷法案規劃相關的政策與措施。

1. 減量政策與措施型態

- (1) 主要的減量政策工具以稅、自願性協議、效率管制、提高國民認知及交易制度等為主軸，上開政策工具都具有減量能力，然而，卻存在差異特性，例如稅可以將排放之外部成本內部化，降低排放誘因，而排放交易具總量管制特性，然而，兩者均具有成本有效性。
- (2) 排放交易具有總量管制意涵，並已在其他領域（如傳統空氣污染物）獲得成功的執行經驗，可以提高減量目標達成的確定性，此外，交易制度亦已普遍獲得產業部門的認同。
- (3) 英國政府選擇減量政策與措施的考量因素：(1) 成本有效性；(2) 兼顧社會目標，例如能源價格的控制，使得窮人可以獲得較廉價能源供應；(3) 經濟與產業競爭力衝擊低；(4) 收入中性，政策推動獲得的收入，再應用於民眾；(5) 相關利益維護，如能源供給安全與空氣品質等。

2. 實施排放交易制度

- (1) 英國 CO₂ 排放源主要來自發電、運輸與熱氣三個部門，因此，降低單位能源之 CO₂ 排放量是達成減量目標的關鍵，其中，消費者用電屬於間接排放 CO₂，然而，開車與使用熱氣則屬於直接排放 CO₂，因此，如何管理 CO₂ 即成為政

府施政的選擇。

- (2) 英國非常仰賴排放交易制度，已在境內實施多項排放交易制度，例如再生能源配比管制 (Renewable Obligation, RO)、⁵⁴氣候變遷協定 (Climate Change Agreement, CCA)、⁵⁵能源效率承諾 (Energy Efficiency Commitment, EEC)、⁵⁶運輸部門再生能源管制 (Renewable Transport Fuel Obligation, RTFO)、⁵⁷及參與歐盟排放交易制度 (EU Emission Trading Scheme) 等，顯示英國執行交易制度的經驗與成熟。
- (3) 依據氣候變遷法案賦予英國政府下列有關交易制度設計的權力，包括制定總量管制、定義交易單位、免費核配排放權、界定交易期間、制定遵行與處罰機制、建立訴訟程序、協定管理機制、制定參與者退出的條款、連結至其他國內與國際交易制度、及管制單位取得資料與確認排放量的監測機制。

(五) 報告 (reporting)

1. 英國溫室氣體減量進展監督

- (1) 英國政府每年應提出其進展報告，並由氣候變遷委員會進行評鑑，促進該年度報告的客觀與可信賴性。
- (2) 氣候變遷委員會每年夏季應提出碳預算與減量目標的年度報告，內容應涵蓋英國最新的溫室氣體排放量資料，該份報告在送交國會之前，英國政府必須先對該報告內容提出回應，並解釋其行動計畫與未來展望。
- (3) 每一預算期 (五年) 的最後一年，政府必須提出之立場文件 (statement)，包括境內與境外減量，以及儲或預借狀況，說明執行情況以及是否達到預算目標，有關年度報告時間表規劃 (見圖 5-5)。

2. 調適政策 (adaptation policy)

- (1) 要求政府的年度報告必須說明氣候變遷之風險評估以及調適的進展，作為政府制定調適政策之參考。

⁵⁴ 管制再生能源發電配比，如果再生能源發電量超過管制配比，可獲得綠色權證 (green certificate)，並可在市場交易。

⁵⁵ 參與英國氣候變遷協定，如果溫室氣體減排量高於承諾減排量，則可將超額減排量交易。

⁵⁶ 如果能源效率提升超過管制目標，則可將多餘減排量進行交易。

⁵⁷ 英國政府將於 2008 年推動運輸部門生質能源使用配比管制，依據該制度，規定運輸器具使用生質燃料比例，如果超出使用比例，則可獲得綠色權證，並允許至市場交易。

- (2) 要求年度報告必須說明政府已執行那些調適政策與措施，以及政策推動的優先順序 (priority)，包括科學發展、經濟與社會面向，以利相關利害關係人瞭解。

三、結語

英國提出之「氣候變遷法案」是全球首部規範政府部門溫室氣體減量的法案，說明英國政府戮力於溫室氣體減量的決心，以及成為全球領導國家的企圖心。該法案的提出，主要立基於英國政府長期之氣候變遷的科學性研究、完備的溫室氣體盤查制度、以及成本有效的政策工具等，均是提高英國政府溫室氣體管理能力的重要基礎工程。綜合英國氣候變遷法案內容如下：

- (1) 減量目標(相對 1990 年排放量): 2020 年減排 26%~32%；2050 年減排 60%。
- (2) 法律效力：行政部門需承擔法律責任，確保政府貫徹其執行力。
- (3) 滾動目標：每五年設定一個減量目標，且一次提出三個五年計畫，並隨時間而調整目標，碳預算目標以五年作為成效查驗與追蹤期，而非每年查驗，提高執行的彈性。
- (4) 成立氣候變遷委員會：成立一個由專家組成的獨立委員會，追蹤英國溫室氣體排放狀況，並提出政策建議，包括國內政策（如總量管制與交易制度）及國內減少努力（如共同減量與清潔發展機制），確保長期低碳經濟目標的達成。
- (5) 調適政策：要求政府每五年提出氣候變遷衝擊的預測報告及碳風險評估，並提出調適政策 (adaptation policy)。
- (6) 公開透明的年度報告：行政部門每年需向國會報告最新進展。

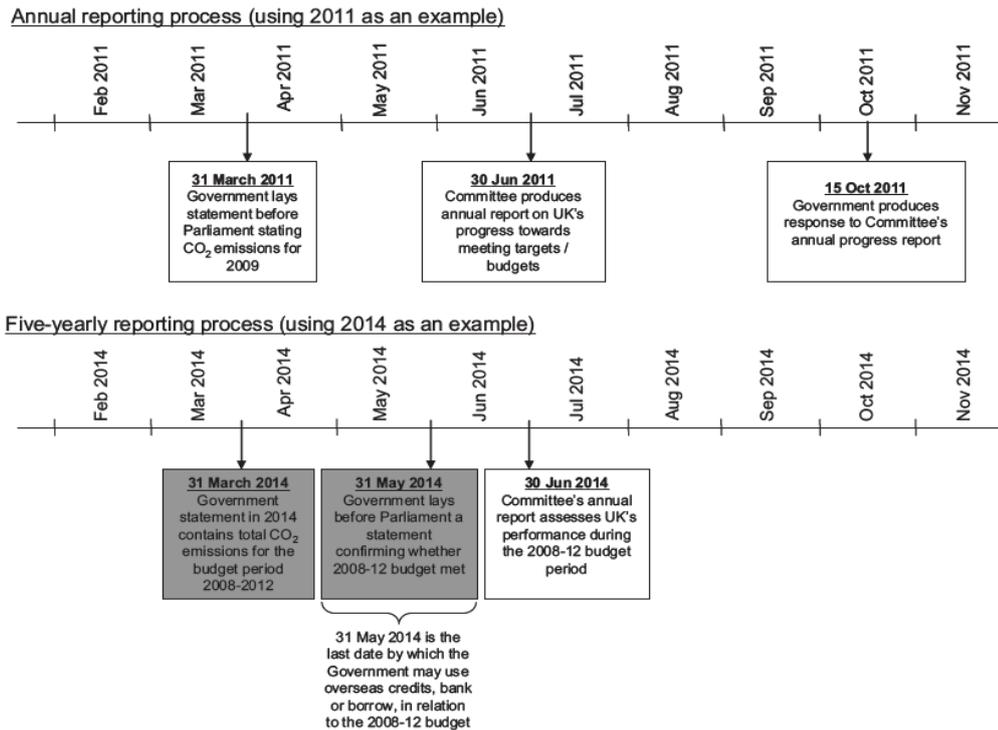


圖 5-5. 年度報告時間表

英國政府草擬中之氣候變遷法案，提出「碳預算」政策方向，是英國邁向低碳經濟的重要措施。由於我國各級政府為落實 2005 年全國能源會議的行動方案，已針對能力建構與實質減量，建立定期績效查驗機制，其性質已接近「碳預算」特性。然而，英國建立之長期「低碳經濟」願景，以及五年一期的氣候變遷衝擊與碳風險評估，以及調適政策的研擬，這種類似經濟發展規劃模式，是值得我國未來擬定整體減量政策之參考。

然而，在目前的全國能源會議績效查核機制下，僅針對部門二氧化碳排放管理與減量績效查驗，尚未有整體之調適策略擬定與規劃，建議可學習英國經驗如下：

(1) 成立國家層級之「溫室氣體排放管理委員會」：建議於「國家永續發展委員會」或「經濟建設委員會」下，成立一個獨立的「溫室氣體排放管理委員會」，專責追蹤與評估國家溫室氣體排放現狀以及衝擊影響評估（包括生態、水資源、國土、農業安全與產業經營風險等），並負責規劃長期邁向「低碳經濟」社會的國家「碳權」管理策略，是政府可思考的方向。

(2) 加強「調適政策」：依據 IPCC (2007) 的第四版報告，以氣候變遷衝擊、調適及脆弱性（或傷害）(Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability) 為主，該報告特別指出衝擊評估報告的

可信度已大大提高，提省世人應特別重視調適政策的擬定，降低氣候變遷造成的各項風險，以及傷害。基於此，許多國家（包括工業化與開發中國家）已加強調適政策的制定，制定的面向包括水資源、糧食、海岸、森林、溼地及人體健康等面向推動調適策略（見表 5-6）。因此，台灣應比照「永續發展指標」的編制與發佈模式，及早制定台灣「氣候變遷調適與脆弱性指標」系統，並定期發佈，掌握台灣遭受氣候變遷衝擊及調適現狀，以利政策制定與修改之參考，促進台灣邁向永續發展之林。

表 5-6. 先進國家調適政策比較

部門	調適措施	實施國家
農業	品種改變	瑞士、捷克、日本、立陶宛
	耕作方式改變	瑞士、捷克、希臘、日本、荷蘭、斯洛伐克
森林（林業）	品種改變、增加多樣性	比利時、捷克、丹麥
	森林火災預警系統	歐盟
水資源	旱災風險的整合管理	希臘
	洪災風險的整合管理	比利時、捷克、瑞士
	洪災預警系統	歐盟、荷蘭
海洋與海岸生態	整合性海岸管理	比利時、日本、荷蘭
陸棲生態	劃設保護區	比利時、希臘、荷蘭、立陶宛
人體健康	因應熱浪能力建立與管理	比利時

資料來源：UNFCCC/SBI/inf.2（2006）。

5.5 溫室氣體減量法草案評述

依據「全國能源會議」（2005）之決議，行政院於 2006 年草擬「溫室氣體減量法」（以下稱為溫減法），作為台灣溫室氣體政策推動之依據，包括能源科技發展、經濟誘因制度及社會行為改變等措施，可見其重要性。此外，立法院亦分別由王塗發與王榮璋委員發起⁵⁸，草擬兩份立法院版本的「溫減法」，作為與行政院版本的對案，歷經多次協商，已於 2007 年 5 月 7 日獲得一讀通過部分條文，剩餘條文將留待後續行政與立法部門的協調，將整合出一份國家版本的「溫減法」。因此，瞭解現行版本之經濟意含與減量的有效性(effectiveness)與不同版本之差異性，提供政府與立法部門協調之參加，即是本文的目的。

⁵⁸ 王塗發委員獲得 73 位立法委員連署；王榮璋委員獲得 55 位立法委員連署。

5.5.1 行政院與立法院版本之比較

行政院環保署保護署為因應京都議定生效，對外宣示我國願意善盡共同保護地球環境責任，於2006年9月20日提出行政院版本的「溫減法」草案。該草案合計六章，二十八條，見(表 5-7)，其要點如下：

1. 明確規範政府部門的分工：中央主管機關(環保署)應進行氣候變遷衝擊評估、定期統計全國排放量及建立國家排放清冊；中央目的主管機關應依制定溫室氣體減量目標與行動計畫，以及進行排放調查與調適策略研議等。地方政府配合推動溫室氣體減量方案。
2. 規範溫室氣體減量對策：中央目的事業主管機關之能源、產業、運輸與住商部門的溫室氣體減量對策，以及能力建構，包括溫室氣體盤查與登錄等。
3. 總量管制與交易制度：中央主管機關核配溫室氣體排放權予中央目的事業主管機關，再由中央目的事業主管核配排放權給一定規模之事業單位，並可進行交易。
4. 溫室氣體減量教育宣導：各級政府機關、公立學校及公營事業應加強節約能源、使用低耗能及高效率產品與服務。
5. 違規處罰：事業或查驗構因違反相關義務，制定必要處罰。

立法院王塗發與王榮璋委員(2007)雖然分別提出不同版本「溫減法」，前者計六章二十九條，後者計六章三十二條，由於差異性不大⁵⁹，因此，將合併稱為「立法院版本」。立法院版本之立法精神是機於預期未來台灣將遭受國際社會之溫室氣體減量壓力，以及為減緩全球氣候變遷，促進能源效率提升與潔淨能源使用，以確保國家發展。並已獲得七十三位委員連署，其內容，參見表 5-8。由於其內容與行政院版本大致相同，以下僅說明其差異點：

1. 確立國家減量目標與期程：明訂 2005 年基準年，2015 年為第一階段查核年，並以 2025 年~2030 年期間，為達成減量目標之年期。
2. 明定未來中央主管機關應成立「溫室氣體減量推動小組」，致力減量工作推動。
3. 總量管制與效能標準並行，且應於總量管制實施後三年實施排放交易制度。
4. 排放權核配應考量最佳可行控制技術(不區分新與既存排放

⁵⁹ 主要差異在於排放權核配方式，王榮璋委員強調：(1)所有排放權應有償配售、(2)增訂生物質能利用指標、(3)增訂化石燃料依存度指標。

源)，以及明定政府應保留 15% 排放權公開拍賣釋出⁶⁰。

5. 各級政府機關為達到溫室氣體減量目標，應訂定國家溫室效應氣體吸收量之目標。
6. 違反規定之事業單位除了處以罰鍰之外，亦得暫時停止事業於促進產業升級條例所取得之租稅減免三年。此外，前項每噸罰鍰額度若低於市場交易價格，罰鍰額度應以每噸交易價格之 1.5 倍計算。

針對上述之差異性，以下簡單分析其意含：

(一) 明定國家減量目標與期程

至目前為止，除了英國的「氣候變遷法案」(Climate Change Bill) 之外，尚未有其他先進國家將減量目標，明定於法律之中。此外，所定之減量目標是否符合「共同但差異責任」之公約精神，以及是否具「可行性」(feasibility)，均需要進一步評估。

(二) 成立推動小組

成立一個專責與獨立機構，負責監督與推動國家溫室氣體減量執行成效，有利於國家溫室氣體減量的落實。

(三) 總量管制與效能標準管制

效能標準不易訂定，管理不易，先進國家主要訂定器具與設備效能標準為主，鮮少對事業單位訂定效能標準。就事業單位管制而言，自願性減量協議優先推動，爾後再進入總量管制搭配交易制度，是最具成本有效措施，如果與效能標準並行，將徒增制度競合與過度管制問題。

(四) 新設廠需採行最佳可行控制技術與政府排放權保留比例

新設廠採最佳可行技術是國際趨勢，然而，既存廠不適宜採最佳可行技術，一般均採行合理可行控制技術(RACT)即可。依據歐盟經驗，保留排放權上限為 10%，第一階段(2005-2007)大部分均無償核配，僅有兩個國家拍賣 5%，此外，英國第二階段(2008-2012)的排放權核配規劃 93% 無償核配，7% 採取拍賣。因此，我國如果規劃保留 15%，應再適當評估其適性。

⁶⁰ 王榮璋委員版本則要求排放權均應有償核配。

(五) 明定溫室氣體吸收量之目標

森林碳匯計算複雜，目前僅有少數國家(日本、英國與瑞士)有能力計算並提報森林碳匯資料至 UNFCCC，因此，要必易訂定國家目標。

(六) 訂定化石燃料依賴度及生質能源發展目標

雖然台灣能源依賴度高，然而如果利用其他提高能源供給安全策略(如加強探勘以及加強與石油產國對話等)，亦可穩定國內能源供給安全，此外，訂定太多目標，目標間具關聯性，如果沒有適當規劃與整合，會導致目標間的衝突，以及降低施政自由度與彈性。提高生質能比例已成為國家重要溫室氣體減量目標，然而，每年狀況不一，提高管理風險，因此，以五年為一期取代年度目標，較適宜。

(七) 連結政府綠色採購

政府綠色採購驅動綠色生產重要力量，有助於國家邁向綠色生產與消費的生活型態方式。

(八) 違反規定之事業單位處以罰鍰

一般國家均以一個固定罰金(如歐盟第一階段每噸 70 歐元，第二階段每噸 100 歐元)，抑或排放權市場價格倍數(如英國採市價三倍)，鮮少採取其他諸如搭配其他處罰措施。換言之，搭配適宜的監測機制，則可具有足夠嚇阻效果，不需要多重的處罰。

表 5-7. 行政院與立法院原始版本的比較

內容	行政院版本	立法院原始版本
名稱	溫室氣體減量法	溫室氣體減量法
第一章	總則	總則
第一條	為減緩全球氣候變遷，降低溫室氣體排放，善盡共同保護地球環境之責任，並確保國家永續發展，特制定本法。	為減緩全球氣候變遷，降低人為溫室氣體排放，善盡共同保護地球環境之責任，提升能源使用效率，促進潔淨能源使用，並確保國家永續發展，特制定本法。
第二條	本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。	本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。

第三條

本法用詞，定義如下：

一、溫室氣體：指二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及其他經主管機關公告者。

二、溫室氣體排放源(以下簡稱排放源)：指直接或間接排放溫室氣體、氣膠或溫室氣體前驅物至大氣中之單元或程序。

三、溫室氣體排放量(以下簡稱排放量)：指自排放源排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化潛勢所得之合計量，以二氧化碳當量表示。

四、盤查：指彙整、計算及分析溫室氣體排放量之程序。

五、登錄：指事業將經由查證機構完成查證之排放量登記於指定之資訊平台。

六、事業：指具有排放源之法人、設有代表人或管理人之非法人團體、設有廢棄物處理場(廠)之機關及其他經中央主管機關公告之對象。

七、查證：指查證機構執行事業溫室氣體排放數據稽核之程序。

八、最佳可行技術：指考量能源經濟及環境之衝擊後，事業所採行經評估已商業化知最少排放量技術。

九、溫室氣體核配置量(以下簡稱核配置量)：指中央目的事業主管機關核配置事業於一定期間內之排放量。

十、排放額度：指事業於一定期間內之容許排放量。

十一、溫室氣體核配置量：指分配予排放源或排放實體於一定期間許可之溫室氣體排放量。

十二、交易：指事業就其排放源之核配置量或排放額度進行買賣或交換。

十三、抵換：指事業就其減量措

本法用詞，定義如下：

一、溫室氣體：指二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及其他經主管機關公告者。

二、溫室氣體排放源(以下簡稱排放源)：指直接或間接排放溫室氣體、氣膠或溫室氣體前驅物至大氣中之單元或程序。

三、溫室氣體排放量(以下簡稱排放量)：指自排放源排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化潛勢所得之合計量，以二氧化碳當量表示。

四、溫暖化潛勢：係指在一段時間內一質量單位之溫室氣體輻射衝擊，相對於相等單位之二氧化碳之係數

五、溫室氣體排放量：指自溫室氣體排放源或排放實體排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化係數所得之合計量，以二氧化碳當量表示。

六、盤查：指彙整、計算及分析溫室氣體排放量之程序。

七、登錄：指事業將經由查證機構完成查證之排放量登記於指定之資訊平台。

八、事業：指具有排放源之法人、設有代表人或管理人之非法人團體、設有廢棄物處理場(廠)之機關及其他經中央主管機關公告之對象。

九、查證：指查證機構執行事業溫室氣體排放數據稽核之程序。

十、最佳可行技術：指考量能源經濟及環境之衝擊後，排放源或排放實體應採行已商業化並可行之最少溫室氣體排放量技術。

十一、溫室氣體核配置量(以下簡稱核配置量)：指分配於排放源或排放實體於一定期間內之排放量。

十二、排放額度：指事業於一定

	施所產出之減量額度，抵減其排放量或其他事業之排放量。	間內之容許排放量。 十三、排放權交易(以下簡稱交易)：指事業依規定方式，就其排放源之核配量或排放額度進行買賣或交換。 十四、抵換：指事業就其減量措施所產出之減量額度，抵減其排放量或其他事業之排放量。 十五、溫室氣體吸收源(匯)：指清除溫室氣體、氣膠或溫室氣體前驅物的過程、活動或機制，以及其他經中央主管機關會商相關目的事業主管機關公告之新興種類。
第四條 (減量目標)	主管機關及目的事業主管機關得委託專責機構，辦理有關氣候變遷及溫室氣體之減量、調查與查驗、教育與宣導、輔導與訓練及研究之有關事宜。	減量目標年 我國溫室氣體排放減量應以2025年至2030年間達成2005年基準年排放量為努力目標
第二章	政府機關權責	政府機關權責
第五條 (中央機關權責)	<p>行政院應邀集中央主管機關及專家學者，研訂及檢討溫室氣體減量之分工、整合、推動及成果相關事宜。</p> <p>中央有關機關應推動溫室氣體減量之事項如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、 再生能源及能源科技發展。 二、 能源使用效率提昇及節約能源。 三、 運輸管理、大眾運輸系統發展及其他運輸部門溫室氣體減量。 四、 低碳能源運具使用。 五、 建築管理溫室氣體減量。 六、 廢棄物回收處理及再利用。 七、 厚值森林資源及健全森林管理。 八、 農業溫室氣體排放減量。 九、 溫室氣體減量財稅誘因機制。 十、 溫室氣體減量對整體經濟 	<p>行政院應邀集中央主管機關及專家學者成立溫室氣體減量推動小組，及研訂及檢討溫室氣體減量之分工、整合、推動及成果相關事宜。</p> <p>中央有關機關應推動溫室氣體減量之事項如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、 再生能源及能源科技發展。 二、 能源使用效率提昇及節約能源。 三、 運輸管理、大眾運輸系統發展及其他運輸部門溫室氣體減量。 四、 低碳能源運具使用。 五、 建築管理溫室氣體減量。 六、 廢棄物回收處理及再利用。 七、 厚值森林資源及健全森林管理。 八、 農業溫室氣體排放減量。 九、 溫室氣體減量財稅誘因機制。

	<p>衝擊評估及因應規劃。</p> <p>十一、溫室氣體減量科技之研發。</p> <p>十二、溫室氣體減量之國際合作。</p> <p>十三、國際溫室氣體相關公約法律之研析及國際會議之參與。</p> <p>十四、氣候變遷及溫室氣體減量教育宣導</p> <p>十五、其他溫室氣體減量事項。</p>	<p>十、溫室氣體減量對整體經濟衝擊評估及因應規劃。</p> <p>十一、溫室氣體減量科技之研發。</p> <p>十二、溫室氣體減量之國際合作。</p> <p>十三、國際溫室氣體相關公約法律之研析及國際會議之參與。</p> <p>十四、國際溫室氣體相關公約法律之研析及國際會議之參與</p> <p>十五、氣候變遷及溫室氣體減量教育宣導</p> <p>十六、其他溫室氣體減量事項。</p>
<p>第六條 (溫室氣體減量政策)</p>	<p>中央主管機關為推動溫室氣體減量政策，應依我國經濟、能源、環境狀況及參酌國際現況擬訂方案，報請行政院核定後實施。</p> <p>中央目的事業主管機關應依前項方案訂定溫室氣體減量減量目標及行動計畫，並定期檢討修正，未能達成減量目標者，應提出改善計畫。</p> <p>前項減量行動計畫之訂修、改善計畫及每年執行減量成果報告，應提報行政院核定。</p>	<p>中央主管機關為推動溫室氣體減量政策，應依我國經濟、能源、環境狀況及參酌國際現況擬訂方案，報請行政院核定後實施。</p> <p>(其中電力與工業部門減量方案最遲應於民國九十八年前實施、運輸與農業部門減量方案最遲應於民國一百年前實施、商業住宅與其他部門減量方案最遲應於民國 102 年前實施。)(王榮璋委員)</p> <p>中央目的事業主管機關應依前項方案訂定溫室氣體減量減量目標及行動計畫，並定期檢討修正，未能達成減量目標者，應提出改善計畫。</p> <p>前項減量行動計畫之訂修、改善計畫及每年執行減量成果報告，應提報行政院核定。</p>
<p>第七條 溫室氣體 國家報告</p>	<p>中央目的事業主管機關應進行排放量之調查及氣候變遷調適政策之研議，並將調查及調適成果每年定期提送中央主管機關。</p> <p>中央主管機關應進行氣候變遷衝擊評估、定期統計全國排放量，建立國家溫室氣體排放清冊；並每三年編撰溫室氣體國家</p>	<p>中央目的事業主管機關應進行排放量之調查及氣候變遷調適政策之研議，並將調查及調適成果每年定期提送中央主管機關。</p> <p>中央主管機關應進行氣候變遷衝擊評估、定期統計全國排放量，建立國家溫室氣體排放清</p>

	報告，報請行政院核定後對外公開。	冊；並每三年編撰溫室氣體國家報告，報請行政院核定後對外公開。
第八條 定期檢討及調整減量政策	國家能源、產業、運輸及住商政策之中央目的事業主管機關，應定期檢討及調整其溫室氣體減量政策，訂定具經濟誘因之政策、措施與預定達成目標及期程，並定期檢討其執行成果。	國家能源、產業、運輸及住商政策之中央目的事業主管機關，應定期檢討及調整其溫室氣體減量政策，訂定具經濟誘因之政策、措施與預定達成目標及期程，並定期檢討其執行成果。
第九條 輔導事業建立排放量相關機制	目的事業主管機關應輔導排放源進行排放量之盤查、登錄、查證、申報、自願減量及參與國際合作減量，並得獎勵或補助之。 前項獎勵或補助對象、申請資格、申請期限、申請文件、審查程序、撤銷、廢止、追償及其他應遵行事項之辦法，由中央目的事業主管機關會同中央主管機關定之。	目的事業主管機關應輔導排放源進行排放量之盤查、登錄、查證、申報、自願減量及參與國際合作減量，並得獎勵或補助之。 前項獎勵或補助對象、申請資格、申請期限、申請文件、審查程序、撤銷、廢止、追償及其他應遵行事項之辦法，由中央目的事業主管機關會同中央主管機關定之。
第十條 地方主管機關權責	直轄市、縣(市)主管機關應依行政院核定之推動國家溫室氣體減量推動方案及中央目的主管機關訂定之行動計畫，訂修溫室氣體執行計畫，報中央主管機關備查。	直轄市、縣(市)主管機關應依行政院核定之推動國家溫室氣體減量推動方案及中央目的主管機關訂定之行動計畫，訂修溫室氣體執行計畫，報中央主管機關備查。 溫室氣體防制執行計畫應包括配合各目的事業主管機關推動減量措施、排放源溫室氣體排放量與減量之查核、教育宣導及其他相關事項。
第三章	減量對策	減量對策
第十一條 減量對策	事業具有中央主管機關公告之排放源者，應每年進行排放量盤查，並定期向中央主管機關指定之資訊平台登錄其排放量；其登錄資料應經查驗機構完成驗證。 前項查驗機構應向中央主管機關或其許可之認證機構申請許可後，始得辦理本法所定查證事宜。	事業具有中央主管機關公告之排放源者，應每年進行排放量盤查，並定期向中央主管機關指定之資訊平台登錄其排放量；其登錄資料應經查驗機構完成驗證。 前項查驗機構應向中央主管機關或其許可之認證機構申請許可後，始得辦理本法所定查證

	<p>第二項事業排放源之盤查、登錄之範籌、內容、頻率、查證方式、認證、查驗機構之資格條件、許可程序、管理、撤銷或廢止許可及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。</p>	<p>事宜。</p> <p>第二項事業排放源之盤查、登錄之範籌、內容、頻率、查證方式、認證、查驗機構之資格條件、許可程序、管理、撤銷或廢止許可及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。</p>
<p>第十二條 溫室氣體 效能標準</p>	<p>事業具中央主管機關公告之排放源者，其排放之溫室氣體年平均排放量，應符合溫室氣體效能標準。</p> <p>前項效能標準，由中央主管機關依新設或既設排放源、業別、設施、產品或其他單位產出或單位消耗之溫室氣體年平均排放量定之。</p>	<p>事業具中央主管機關公告之排放源者，其排放之溫室氣體年平均排放量，應符合溫室氣體效能標準。</p> <p>前項效能標準，由中央主管機關依新設或既設排放源、業別、設施、產品或其他單位產出或單位消耗之溫室氣體年平均排放量定之。</p>
<p>第十三條 溫室氣體 總量管制</p>	<p>中央主管機關得視聯合國氣候變化綱要公約、議定書及相關會議之決議事項，因應國際溫室氣體減量規定之情形，實施溫室氣體限量管制。</p> <p>前項溫室氣體限量管制，應於實施溫室氣體排放盤查、登錄查證制度與建立排放量核配及交易制度之後，由中央主管機關報行政院核定，分期公告實施之。</p> <p>中央主管機關依前項公告實施溫室氣體總量管制，應分階段訂定減量目標，並將應削減溫室氣體排放量分配中央目的事業主管機關，報請行政院核定後，由中央目的事業主管機關訂定削減計畫執行削減，並定期檢討其執行成果。</p>	<p>中央主管機關得視聯合國氣候變化綱要公約、議定書及相關會議之決議事項，因應國際溫室氣體減量規定之情形，實施溫室氣體限量管制。</p> <p>前項溫室氣體限量管制，應於實施溫室氣體排放盤查、登錄查證制度與建立排放量核配及交易制度之後，由中央主管機關報行政院核定，分期公告實施之。惟此項制度之建置應於本法施行後三年內完成。</p> <p>中央主管機關依前項公告實施溫室氣體總量管制，應分階段訂定減量目標，並將應削減溫室氣體排放量分配中央目的事業主管機關，報請行政院核定後，由中央目的事業主管機關訂定削減計畫執行削減，並定期檢討其執行成果。</p> <p>第二項分階段減量目標之排放量核配，暫以 2015 年為第一階段，並得依國際情勢適時檢討調整。中央主管機關應保留各階</p>

		<p>段預定核配量之百分之十五額度公開拍賣釋出，拍賣淨所得繳入國庫統籌運用。</p> <p>(前項所定拍賣程序、對象及其他應遵行事項，由中央主管機關定之。)(王榮璋委員)</p>
<p>第十四條 事業排放配額應考量最佳可行技術</p>	<p>中央目的主管機關得分階段將其獲配之排放量，核配其公告排放源之所屬事業，並得保留部分排放量核配依第十五條第三項所公告一定規模新設或變更排放源之事業，且明其採用最佳可行技術。</p> <p>中央目的事業主管機關將其獲配排放量之核配結果，送中央主管機關。</p> <p>第一項所定事業排放源排放量之核配方式、核配條件、核配程序、核配量之撤銷、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央目的事業主管機關定之。</p>	<p>中央目的主管機關得分階段將其獲配之排放量，核配其公告排放源之所屬事業，並得保留百分之十五排放量核配依第十五條第三項所公告一定規模新設或變更排放源之事業，且明其採用最佳可行技術。</p> <p>前項核配方式，中央目的事業主管機關應考量最佳可行技術之排放水準，並將其獲配排放量之核配結果，送中央主管機關。</p> <p>(第一項所定事業排放源排放量配售之淨所得繳入國庫統籌運用。)(王榮璋委員)</p> <p>第一項所定事業排放源排放量之核配方式、核配條件、核配程序、核配量之撤銷、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央目的事業主管機關定之。</p>
<p>第十五條 排放權交易制度建構</p>	<p>依前條第一項規定核配排放量之事業，應採行減量措施至中央主管機關指定之交易平台進行交易；其實際排放量，不得超過核配量或排放額度。</p> <p>前項事業得不受第十二條溫室氣體效能標準之限制。</p> <p>經中央主管機關公告一定規模新設或變更之排放源，其事業於溫室氣體總量管制實施後，其排放量超過中央目的事業主管機關核配量部分，應取得足供抵換之排放量。</p> <p>第一項及前項所定減量措施、</p>	<p>依前條第一項規定核配排放量之事業，應採行減量措施至中央主管機關指定之交易平台進行交易；其實際排放量，不得超過核配量或排放額度。</p> <p>經中央主管機關公告一定規模新設或變更之排放源，其事業於溫室氣體總量管制實施後，其排放量超過中央目的事業主管機關核配量部分，應取得足供抵換之排放量。</p> <p>第一項及前項(前二項)(王榮璋委員)所定減量措施、交易之方式、對象、查證、排放額度、交</p>

	交易之方式、對象、查證、排放額度、交易平台管理、台北市量抵換及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。	易平台管理、台北市量抵換及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。
第十六條 自願減量 措施	<p>事業得於第十四條第一項規定核配排放量前，主動提出溫室氣體減量計畫、減量目標與期程，經查驗機構查證後，向中央主管機關申請認可其減量額度；經認可之減量額度，得作為溫室氣體總量管制之排放量抵換或交易。</p> <p>前項溫室氣體減量計畫內容、申請條件、減量額度計算、認可審查作業方式、抵換或交易、減量額度之撤銷、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。</p>	<p>事業得於第十四條第一項規定核配排放量前，主動提出溫室氣體減量計畫、減量目標與期程，經查驗機構查證後，向中央主管機關申請認可其減量額度；經認可之減量額度，得作為溫室氣體總量管制之排放量抵換或交易。</p> <p>前項溫室氣體減量計畫內容、申請條件、減量額度計算、認可審查作業方式、抵換或交易、減量額度之撤銷、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。</p>
第十七條 排放源場 所檢查	<p>主管機關或目的事業主管機關得派員並提示有關執行職務上證明文件或顯示足資辨別之標誌，對排放源所屬事業之場所實施檢查或命其提供有關資料，事業不得規避、妨礙或拒絕。</p>	<p>主管機關或目的事業主管機關得派員並提示有關執行職務上證明文件或顯示足資辨別之標誌，對排放源所屬事業之場所實施檢查或命其提供有關資料，事業不得規避、妨礙或拒絕。</p>
第四章	教育宣導	減量宣導、綠色採購與森林碳吸存
第十八條 減量宣導	<p>各級政府機關應加強對學校、產業及國民於減緩全球氣候變遷之認知及減少溫室氣體排放之宣導與訓練工作，並應積極協助民間團體推展有關活動。</p>	<p>各級政府機關應加強對學校、產業及國民於減緩全球氣候變遷之認知及減少溫室氣體排放之宣導與訓練工作，並應積極協助民間團體推展有關活動。</p>
第十九條 綠色採購	<p>各級政府機關、公立學校及公營事業機構應宣導、推廣節約能源及使用低耗能、高能源效率產品或服務，以減少溫室氣體排放。</p>	<p>各級政府機關、公立學校及公營事業機構應訂定宣導及推廣計畫，依據行政院採購法第九十六條規定採購具有節約能源及使用低耗能、高能源效率產品或服務，加強節約能源，降低電力消費，以減少溫室氣體排放。</p> <p>前項計畫由行政院邀集中央</p>

		有關機關制定，自本法施行後每年定期檢討。
第二十條 事業節能 宣導	提供各式熱能者應致力宣導並鼓勵使用者節約能源及提高能源使用效率，以減少溫室氣體排放。	提供各式熱能者應致力宣導並鼓勵使用者節約能源及提高能源使用效率，以減少溫室氣體排放。
第二十一條 森林碳吸 存		各級政府機關為達到溫室氣體減量目標，應訂定國家溫室效應氣體吸收量之目標，依據森林和其他林地範圍、森林和其他林地特徵、林木蓄積量、生物量、碳儲存量、干擾健康和生命力影響、生長蓄積組成、木材收穫等指標為基礎，制定國家森林保育推動計畫，進行溫室效應吸收作用的保全與強化。
		<p>二十二條(王榮璋委員)</p> <p>中央主管機關與目的事業主管機關應加強生物質能的利用，逐年提高家戶廚餘、事業有機廢棄物與農業廢棄物之蒐集率與能源再利用率，用以替代化石燃料，減少溫室氣體排放。</p> <p>二十三條(王榮璋委員)</p> <p>中央主管機關應會商目的事業主管機關，參照京都議定書中清潔發展機制制度設計、認定替代化石燃料之再生能源利用方案、設施或活動之二氧化碳排放減量貢獻額度。</p> <p>前項減量貢獻額度，得直接納入第十六條第一項之中央主管機關指定之交易平台進行交易、抵換，或循國際 CDM 機制與世界各碳排放交易市場之規定，予以售出。</p> <p>二十四條(王榮璋委員)</p> <p>為落實環境正義、平衡區域發展，緩和能源效率較低之產業發展，中央政府應從各直轄市、縣(市)之綠地總面積、綠地面積比</p>

		<p>率、轄境內之溫室氣體排放量等參數，擬定獎勵地方政府落實溫室氣體減量經費計算公式，並據以逐年編列預算納入統籌分配款撥交之。</p> <p>前項獎勵經費之年度預算總額，以不超過全國前一年度之排放權配售、拍賣所繳國庫之淨所得百分之八十為限。</p>
第五章	罰則	罰則
第二十二條 事業超額排放之處罰	<p>事業違反第十五條第一項規定，實際排放量超過核配量或排放額度者，處新臺幣二十萬以上二百萬元以下之罰鍰，並於重新核配排放量時，扣減其前次超過核配量或排放額度之排放量。</p>	<p>事業違反第十五條第一項規定，實際排放量超過核配量或排放額度者，處新臺幣五十萬以上五百萬元以下之罰鍰，並於重新核配排放量時，扣減其前次超過核配量或排放額度之排放量，且得暫時停止事業於促進產業升級條例所取得之租稅減免三年。</p> <p>前項每噸罰鍰額度若低於市場交易價格，罰鍰額度應以每噸交易價格之一點五倍計算。</p>
第二十三條 事業規避、妨礙或拒絕檢查或要求提供資料之處罰	<p>規避、妨礙或拒絕主管機關或目的事業主管機關依第十七條之檢查、查驗或命令者，處事業新臺幣二十萬元以上二百萬元以下罰鍰，並得按次處罰。</p>	<p>規避、妨礙或拒絕主管機關或目的事業主管機關依第十七條之檢查、查驗或命令者，處事業新臺幣二十萬元以上二百萬元以下罰鍰，並得按次處罰。</p>
第二十四條 事業未盡盤查、登錄義務之處罰	<p>事業依第十一條第一項規定有盤查、登錄義務，明知為不實之事項而盤查、登錄，或於業務上作成之文書為虛偽記載者，處新臺幣二十萬元以上二百萬元以下罰鍰。</p>	<p>事業依第十一條第一項規定有盤查、登錄義務，明知為不實之事項而盤查、登錄，或於業務上作成之文書為虛偽記載者，處新臺幣二十萬元以上二百萬元以下罰鍰。</p>
第二十五條 事業違反盤查、登錄其他相關規定之	<p>事業違反第十一條第一項規定未進行盤查、登錄或違反第十一條第三項所定辦法中有關盤查、登錄之範疇、內容、頻率或查證方式之管理規定，經通知限期補正，屆期未補正者，處新臺幣十</p>	<p>事業違反第十一條第一項規定未進行盤查、登錄或違反第十一條第三項所定辦法中有關盤查、登錄之範疇、內容、頻率或查證方式之管理規定，經通知限期補正，屆期未補正者，處新臺</p>

處罰	萬元以上一百萬元以下罰鍰，並再通知限期補正，屆期仍未補正者，按次處罰。 查證機構違反第十一條第三項所定辦法中有關資格條件、許可事項及執行查證之管理規定者，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆期仍未改善者，按次處罰。 前二項限期補正或改善期間，不得超過九十日。	幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並再通知限期補正，屆期仍未補正者，按次處罰。 查證機構違反第十一條第三項所定辦法中有關資格條件、許可事項及執行查證之管理規定者，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆期仍未改善者，按次處罰。 前二項限期補正或改善期間，不得超過九十日。
第二十六條 事業違反 溫室氣體 效能標準	事業違反第十二條第一項所定溫室氣體效能標準，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆期仍未完成改善者，應按次處罰。 前項限期改善期間不得超過三年。	事業違反第十二條第一項所定溫室氣體效能標準，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆期仍未完成改善者，應按次處罰。 前項限期改善期間不得超過三年。
第二十七條 事業違反 減量及交 易相關規 定應限期 改善	事業違反第十五條第四項所定辦法中有關減量措施或交易之方式、查證、排放額度及交易平台之管理規定者，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善；屆期仍未改善者，得限制或停止交易。 前項限期改善期間，不得超過九十日。	事業違反第十五條第三項所定辦法中有關減量措施或交易之方式、查證、排放額度及交易平台之管理規定者，處新臺幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰，並通知限期改善；屆期仍未改善者，得限制或停止交易。 前項限期改善期間，不得超過九十日。
第六章	附則	附則
第二十八條 授權制定 施行細則	本法施行細則，由中央主管機關定之。	本法施行細則，由中央主管機關定之。
第二十九條 本法實施 日期	本法自公布後一年施行。	本法自公布後一年施行。

表 5-8. 行政院與立法院原始版本差異性分析

行政院版本	立法院版本	差異性分析
-------	-------	-------

1. 無明定減量目標	1. 明定 2025-2030 年排放量達到 2005 年排放水準	1. 至目前為止，除了英國的「氣候變遷法案之外」，尚未有其他先進國家將減量目標，明定於法律之中。 2. 此外，所定之減量目標是否符合「共同但差異責任」之公約精神，亦不明確
2. 無推動小組設計	2. 成立溫室氣體減量推動小組	成立專責與獨立機構，有利於溫室氣體減量政策的落實。
3. 總量管制實施後取消效能標準管制	3. 總量管制與效能標準並行，且應於總量管制實施後三年實施排放交易制度。	1. 效能標準不易訂定，管理不易，先進國家主要訂定器具與設備效能標準為主，鮮少對事業單位訂定效能標準。 2. 就事業單位管制而言，自願性減量協議優先推動，爾後再進入總量管制搭配交易制度，是最具成本有效措施，如果與效能標準並行，將徒增制度競合與過度管制問題。
4. 新設廠需採行最佳可行控制技術，且無明定政府排放權保留比例	4. 排放權核配應考量最佳可行控制技術(不區分新與既存排放源)，以及明定政府應保留 15% 排放權公開拍賣釋出。	1. 新設廠採最佳可行技術是國際趨勢，然而，既存廠不適宜採最佳可行技術，一般均採行合理可行控制技術(RACT)即可。 2. 依據歐盟經驗，保留排放權上限為 10%，第一階段(2005-2007)大部分均無償核配，僅有兩個國家拍賣 5%，因此，我國如果規劃保留 15%，應再適當評估其適宜性。
5. 沒有明定溫室氣體	5. 各級政府機關為達	森林碳匯計算複雜，目前

<p>吸收量之目標及進行化石燃料依賴比目標</p>	<p>到溫室氣體減量目標，應訂定國家溫室效應氣體吸收量之目標。</p>	<p>僅有少數國家有能力計算並提報森林碳匯資料至 UNFCCC，因此，要必易訂定國家目標。</p>
<p>6. 沒有明定化石能源依賴度與生質能發展目標</p>	<p>6. 要求訂定化石燃料依賴度目標以及逐生質能使用比例應逐年提高</p>	<p>雖然台灣能源依賴度高，然而如果利用其他提高能源供給安全策略(如加強探勘以及加強與石油產國對話等)，亦可穩定國內能源供給安全，此外，訂定太多目標，目標間具關聯性，如果沒有適當規劃與整合，會導致目標間的衝突，以及降低施政自由度與彈性。</p> <p>提高生質能比例已成為國家重要溫室氣體減量目標，然而，每年狀況不一，提高管理風險，因此，以五年為一期取代年度目標，較適宜。</p>
<p>7. 沒有明定政府綠色採購責任</p>	<p>7. 連結政府綠色採購責任</p>	<p>政府綠色採購驅動綠色生產重要力量，有助於國家邁向綠色生產與消費的生活型態方式</p>
<p>8. 違反規定之事業單位處以罰鍰</p>	<p>6. 違反規定之事業單位除了處以罰鍰之外，亦得暫時停止事業於促進產業升級條例所取得之租稅減免三年。此外，前項每噸罰鍰額度若低於市場交易價格，罰鍰額度應以每噸交易價格之一點五倍計算。</p>	<p>一般國家均以一個固定罰金(如歐盟第一階段每噸 40 歐元，第二階段每噸 100 歐元)，抑或排放權市場價格倍數(如英國採市價三倍)，鮮少採取其他諸如搭配其他處罰措施</p>

資料來源：本研究

5.6 我國再生能源發展的政策

5.6.1 我國發展再生能源的政策

在環境永續經營理念下，積極發展再生能源成為我國重要能源政策之一，為此，行政院在「挑戰 2008：國家發展重點計畫」中，以促進我國再生能源開發利用及相關產業發展為政策遠景，其重點工作在推動再生能源立法、再生能源研發與推廣應用、建立陽光電城、風力農場及地熱公園。行政院曾於 2002 年 1 月核定「再生能源發展方案」，建立跨部會協調機制，以有效排除推動障礙，營造有利發展環境，積極促進再生能源開發利用，落實我國再生能源發展目標。能源局另亦草擬制定「再生能源發展條例」，期於立法實施後能有效排除推動障礙，以促進我國再生能源開發利用及相關產業發展邁向更光明的遠景。

一、再生能源發展方案

「再生能源發展方案」以行政院經建會為跨部會協調機關，經濟部為協辦機關，經濟部能源委員會為執行機關，以統籌方案中各項推動措施之協調分工、經費編列、相關法規增(修)訂、整合執行及成效考核等工作。該方案主要內容包括八項實施方針：(一)建立較高層級協調機制、(二)建立相關法規制度、(三)研訂優惠購電辦法、(四)提供財稅獎勵、(五)充裕獎勵經費來源、(六)加強示範推廣、(七)建立再生能源資料庫、(八)加強技術與產品研發。

此方案之預期成效為 2010 年累計裝置容量 513 萬瓩，再生能源發電容量占總發電容量配比之發展目標可望達 10% 以上。為達成上述再生能源發展目標，主管機關開始著手修訂或增訂相關法規條文，如「電業法」及「再生能源發展條例」。

因此，在行政院版及委員審查版「電業法修正草案」第七條特增訂能源配比義務條文，規定所有綜合電業及發電業皆須負擔再生能源配比之義務，義務達成方式包括可自行設置再生能源發電機組、向其他業者躉購、或繳交基金折抵再生能源配比數額。

二、再生能源發展條例

為建構完整再生能源發展法制作業環境，能源局研擬的「再生能源發展條例」草案，於 2005 年行政院於第 2943 次院會審查通過且也於立法院一讀通過，其主要內容包含，在收購電價上，以每度 2.2 元收購，同時保證收購 20 年，另為推動工程困難度及成本較高之海域

風力發電系統，則以每度 2.9 元收購；推廣總量部分，考量再生能源開發潛力、電價上漲幅度、電力供應穩定度及經濟發展等因素，規劃再生能源發電占全國電力系統總裝置容量提升至 12%，另為對成本較高再生能源發電進行財務支援，未來將透過成立基金方式進行，基金除向電業收取外，並得由政府編列預算補助，專款專用於補貼再生能源發展。此外，對於太陽光電、氫能、燃料電池及熱利用技術，因設備成本仍高，推動過程需政府補助，目前經濟部已對太陽光電及熱利用中之太陽熱水器設備進行補助，未來本條例將逐步規劃擴大對上述其他高成本之再生能源進行補助，以擴大營造國內再生能源發展環境。

三、第二次全國能源會議

2005 年所召開的第二次「全國能源會議」中則幾項具體建議，議題三「綠色能源發展與提高能源使用效率」的具體結論即在「提高能源效率發展策略中」—提升市場價格機能，加強能源效率管理。首先，除基準情景所採提高能源使用效率措施外，再降低能源密集度，預計到 2025 年較 2005 年累計下降 22~27%。

再者，要建立市場機制，促進能源價格合理化：電價應依燃料成本變動機動調整，倘依未來躉售物價波動情形估計，至 2025 年時可較 2005 年大約調高 49~99%，若進一步考慮未來再生能源發展、擴大天然氣使用等能源發電結構變化及外部成本內生化等因素，電價費率將再提高。採行高效率發電設備，新設及更新擴建燃煤機組熱效率由目前的 35% 提升到未來 40%；新設及更新複循環燃氣機組將由 2004 年 45% 調高至 2020 年的 53%。最後則必須改善輸電線路損失，以減少無謂的能源消耗，參考國際電業發展情況，期望長期線路損失降至 5% 以下。此外，亦針對能源與電源結構與配比調整了幾個重要的方向：

（一）能源結構調整方向：

根據所規劃的能源政策，未來石油配比下降，煤炭配比隨著核能運用相對調整，天然氣與再生能源配比增加，核能配比在核四廠依計畫進行，核一、二、三廠正常營運下，隨能源總使用量變化而變動。

（二）規劃我國能源結構配比在 2020 年估計約為：

煤 40~42%、油 32~32%、天然氣 14~18%、核能 7%、再生能源 4~6%。在 2025 年：煤 41~45%、油約 30~31%、天然氣

16~19%、核能 4%、再生能源 5~7%。

(三) 規劃我國發電裝置容量結構配比在 2020 年估計約為：

全國能源會議通過之「電力裝置容量配比」，燃煤 46~47%、燃油 3%、燃氣 26%、核能 9%、抽蓄水力 5%、再生能源 10~11%。在 2025 年：燃煤 48~50%、燃油 2~3%、燃氣 27~28%、核能 5%、抽蓄水力 5%、再生能源 10~12%。

四、再生能源推廣目標

再生能源於 2010 時應年占總能源 3%~5%，或發電裝置容量 500 萬瓩，約為 10% 左右，並且將持續成長；健全再生能源發展機制，加速再生能源發展條例立法，以建立再生能源永續發展環境；發展綠色能源及提高能源效率應合併考量、相輔相成；推廣再生能源。而各項再生能源之推廣目標分述如下：

(一) 太陽光電：

1. 加強太陽光電系統設置，2015 年達到 10 萬戶，每戶平均 4 瓩。(再生能源發展條例通過後進行) 為目標。
2. 推動代表性建築物、交通設施等太陽光電示範系統。
3. 加強太陽光電系統研發，推動建築物整合系統 (BIPV) 發展於 2025 年達 10~12 萬戶，每戶 5 瓩。

(二) 風力發電：

1. 規劃適宜陸域風場及離岸風場開發方式，風場建議以區塊 (Block) 方式規劃，以達經濟規模，並設置獎勵誘因，排除法規制度、土地取得障礙，擴大國內風力發電電量，以發展關鍵零組件為主要策略，提升自製率，帶動相關產業發展，進而能扶植國內 1-2 家風力產業大廠。
2. 研究離岸海上風力公司(含打撈、探勘、船、設備、葉片等)之可行性。

(三) 生質能：

1. 推廣酒精汽油發展利用，預定 2010 年為 100-300 萬公秉、2015 年為 200-600 萬公秉、2020 年為 300-900 萬公秉；並進行生質

柴油利用，2010 年目標 10 萬公秉、2020 年 15 萬公秉。

2.推動區域性廢棄物生質能發電於 2010 年達 74 萬瓩、2015 年 85 萬瓩、2020 年 103 萬瓩，約占 總發電裝置容量 1.4%。

(四) 氫能源及燃料電池：加強定置型、移動型及 3C 中小型系統發展，並推廣使用。

(五) 持續推廣太陽能熱水系統。

(六) 海洋能發電：加強海洋溫差、波浪發電、海流發電及潮汐發電之評估與研究。

(七) 地熱發電：加強地熱資源探勘，排除設置地熱發電廠之土地及併聯問題，並加強國際合作，以 2015 年地熱發電裝置容量達到 1 萬瓩為目標。

5.6.2 再生能源的使用成本

推動再生能源之利用，雖可降低有害氣體之排放以及加強對環境的友善性，永續性的使用能源，然而確實會造成成本的增加，例如最常見的再生能源發電成本、經濟成長衰退、補貼成本等社會成本。

一、發電成本

根據 PB 電力諮詢公司為英國皇家工程學院(Royal Academy of Engineering)做的一份發電成本⁶¹報告中提到，發電成本包含電廠和設備的資金成本、燃料成本、及電廠運作及維護成本等。在此份報告中所提及的發電成本是指可靠供應發電的資源及技術，因此像風力發電等這類間歇性的發電量，也因能提供足夠的備用發電被包含在內。

由圖 5-6 可知，以再生能源發電所需要的成本較一般化石燃料發電的成本高，除了因為技術尚未成熟外，相較於一般化石能源，缺乏經濟規模也是主要原因。另外，由於個別能源的波動可能影響其發電產出，因此備用發電廠(standby generation plant)就可維持系統穩定安全性。表 5-9 就針對選定的再生能源進行分析，得知其包含及不含備用發電時之成本如下：

⁶¹ The Cost of Generating Electricity, A study carried out by PB Power for The Royal Academy Engineering (2004).

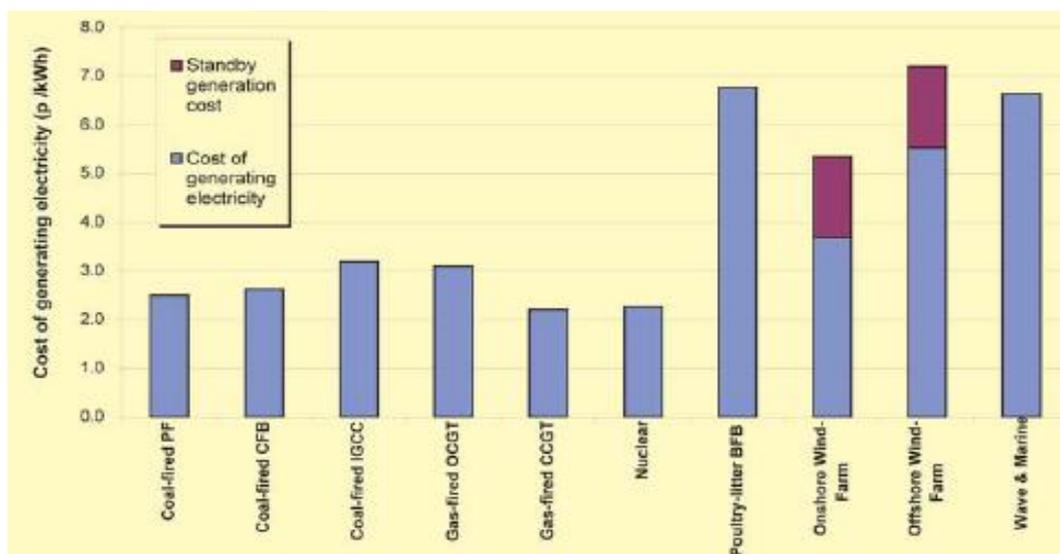


圖 5-6. 英國發電成本 pence/per-kwh (不含 CO₂ 排放成本)

資料來源：The Cost of Generating Electricity (2004), PB Power.

表 5-9. 英國再生能源發電成本

單位：pence per kWh

	不含備用發電	含備用發電
家禽廢物發電	6.8	6.8
沿岸風力	3.7	5.4
離岸風力	5.5	7.2
海浪及海洋能	6.6	6.6

資料來源：The Cost of Generating Electricity (2004), PB Power.

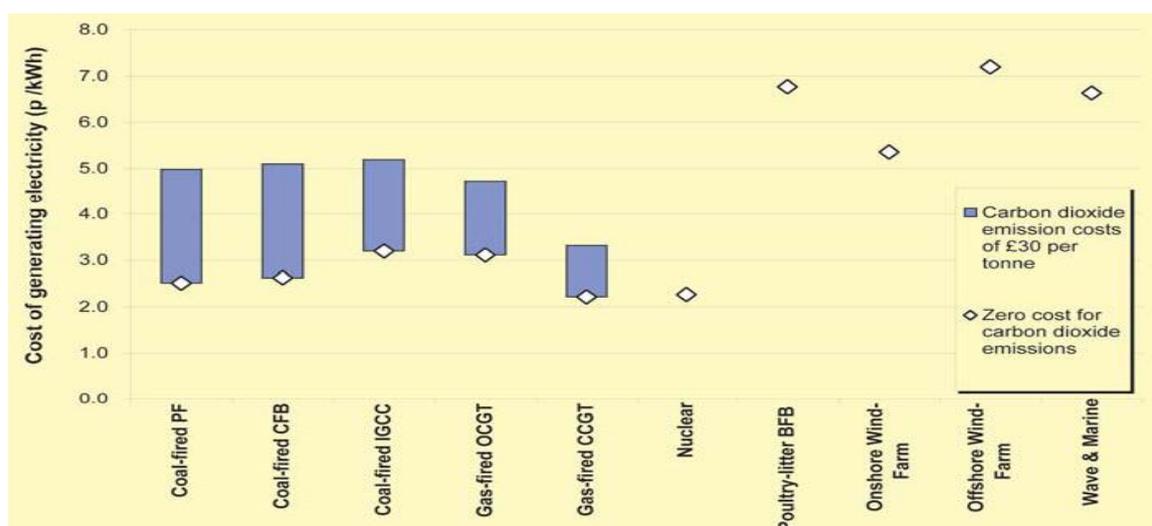


圖 5-7. 英國發電成本 pence/per-kwh

(包含 CO₂ 排放成本，每噸從 0-30 英鎊)

資料來源：The Cost of Generating Electricity (2004), PB Power

上述所提及之發電成本皆未含排放 CO₂ 之成本，若加入 CO₂ 之排放成本計算，所得到的成本大致如圖 5-7。由圖 5-7 可知，CO₂ 的排放只會出現在化石燃料的使用，而煤炭使用所造成碳值較使用天然氣多，而核能以及再生能源在納入 CO₂ 排放成本時，隨著 CO₂ 排放的增加，的確較具競爭優勢。

二、社會成本

再生能源的使用除了造成基本的發電成本外，以機會成本的角度而言，亦會產生所謂的社會成本。根據「再生能源方案之社會成本效益分析」報告中表示，發展再生能源之社會成本包含「電價及設備補貼」、「再生能源不能提供備載容量之無法減省容量成本」及「經濟成長減緩之成本」，並計算不同條件假設下之預估成本。由表 5-10 可看出不論在何種方案及假設下，政府所付出的累積補貼額至少為 482 億元，最高還達 1747 億元；發展再生能源所可能造成的電價上漲率為 1.06%~3.52% 不等；而物價所受的影響因各項假設前提下從 0.06%~0.21% 不等；此外，發展再生能源可能導致經濟成長衰退，百分比約為-0.034% 至 0.012%。

經建會(2006)「發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響」中，則針對 2005 年的第二次全國能源會議所提出的最新規劃建議，將再生能源獎勵發電總裝置容量上限，從原本的 650 萬瓩修改為 2020 年為 650 萬瓩，2025 年為 700 萬瓩，並且降低太陽光電比例而大幅提升風力發電。在此方案情境下，計算電價補貼及設備補貼、電價上漲造成的物價波動、以及電價上漲導致的經濟成長波動等。表 5-11 資料顯示，以再生能源替代火力發電不論在對電價的變動影響、物價變動，或是經濟減緩影響上，影響程度皆是逐年攀升至 2020 年達到高峰。

表 5-10. 2003~2020 年對電價、物價及經濟成長影響彙總表

單位：百萬元

項目		累積補貼額		電價上漲率		物價上漲率		經濟成長變動率	
		當期值	現值	最高 (%)	平均 (%)	最高 (%)	平均 (%)	最高 (%)	平均 (%)
方案一	Case1	164075	87692	4.34	1.95	0.24	0.11	-0.047	-0.022
	Case2	87862	48181	2.01	1.06	0.11	0.06	-0.024	-0.012
方案二	Case1	167097	91092	3.99	2.01	0.20	0.11	-0.047	-0.023
	Case2	89502	49806	2.00	1.09	0.10	0.06	-0.024	-0.012
方案三	Case1	221114	147727	21.53	3.06	1.36	0.18	-0.229	-0.034
	Case2	124495	81271	9.42	1.69	0.60	0.10	-0.100	-0.019
方案四	Case1	260609	174736	29.86	3.52	1.79	0.21	-0.326	-0.039

	Case2	154313	99123	12.77	2.03	0.77	0.12	-0.140	-0.022
--	-------	--------	-------	-------	------	------	------	--------	--------

註：折現率採中央銀行十年期公債利率(84-92.3) = 5.38%

註：方案一：2020年總裝置容量650萬瓩，以能源委員會之再生能源推動目標為基礎(2004年241萬瓩、2010年329萬瓩及2020年650萬瓩；若不計大水力時，則分別為69萬瓩、149萬瓩及430萬瓩)，其中太陽光電至2010年5萬瓩，2015年40萬瓩，2020年100萬瓩。

方案二：2020年總裝置容量650萬瓩，其中太陽光電至2010共10萬瓩，其餘與方案一相同。

方案三：2020年總裝置容量650萬瓩，其中太陽光電至2007共40萬瓩，2015共70萬瓩，2020年共100萬瓩。風力至2007年100萬瓩。

方案四：提前於2010年達到650萬瓩，太陽光電補助至2010共100萬瓩。

註：(1)設備成本緩步下降(Case1)：2001年每瓩之投資成本30萬元，自2002年起，參考德國「再生能源法」之太陽光電收購費率，每年調降5%。

(2)設備成本快速下降(Case2)：參考日本NEDO 2000年技術開發預測，2003~2007年期間每年調降20%，2008~2020年期間每年調降5%。

資料來源：梁啟源、郭博堯、劉致峻(2003)，再生能源發展方案之社會成本效益分析。

表 5-11. 再生能源替代火力發電所造成之影響

單位：%

	會計成本		經濟成本	
	假設 1	假設 2	假設 1	假設 2
以再生能源替代火力發電造成的電價變動				
2007	0.410	0.422	0.477	0.488
2008	0.542	0.571	0.624	0.652
2010	1.269	1.409	1.447	1.587
2015	1.722	1.974	1.932	2.184
2020	2.590	3.182	2.799	3.391
2025	1.491	1.725	1.681	1.916
以再生能源替代火力發電造成的物價變動				
2007	0.026	0.027	0.030	0.031
2008	0.034	0.035	0.039	0.041
2010	0.076	0.084	0.087	0.095
2015	0.094	0.108	0.106	0.120
2020	0.129	0.159	0.139	0.169
2025	0.068	0.079	0.077	0.088
以再生能源替代火力發電造成的經濟成長減緩				
2007	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005
2008	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007
2010	-0.014	-0.015	-0.016	-0.017
2015	-0.020	-0.022	-0.022	-0.025
2020	-0.031	-0.038	-0.033	-0.040
2025	-0.018	-0.021	-0.021	-0.024

註：假設一：2005年之前每瓩之投資成本為30萬元，之後太陽光電系統設備成本自2006年起每年調降5%。

假設二：2010年之前每瓩支投資成本為30萬元，自2011年起每年調降5%估計。

資料來源：經建會(2006)，發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響。

5.6.3 我國發展再生能源的潛力

為了響應「京都議定書」溫室氣體排放減量呼聲，國內政府積極鼓勵使用再生能源與潔淨能源，將推動 2010 年前再生能源裝置容量配比達 10% 之目標。在國內有限資源下，目前政府鼓勵再生能源設備產業之發展趨向選擇技術成熟且市場成長性高之風力發電設備、具高度發展潛力之太陽光電設備、以及燃料電池等。經濟部也表示，台灣在太陽能光電及生質能源的酒精汽油兩項發展技術上，具有領先優勢，有機會成為新的明星產業，已決定列為台灣未來 10 年重點發展產業。

一、太陽光電

順應全球太陽光電市場成長趨勢，目前國內廠商投資反應熱絡，產業結構已具雛型，近年產業規模明顯擴大，已成為新興之能源科技產業。在 2005 年有 15 家廠商投入矽晶圓、太陽電池相關產品生產；至 2006 年已增至 23 家，及另有系統設置及應用產品廠商二十餘家，至 2007 年止，共有 70 餘家廠商投入；計矽晶 16 家、薄膜太陽電池廠 10 家，模組廠 15 家；矽晶圓廠 6 家；系統及應用產品廠商 20 餘家。而隨著國內外市場規模擴大，多家廠商向上及向下整合。2006 年國內產值達 212 億元，預估 2007 年產值達 400 億元以上，2008 年則可達 900 億元。而我國太陽電池產量 2006 年為 177.5MWp，為全球第五大；2007 年台灣產量可持續增加至 300MWp 以上，可望成為全球第四大生產地區。

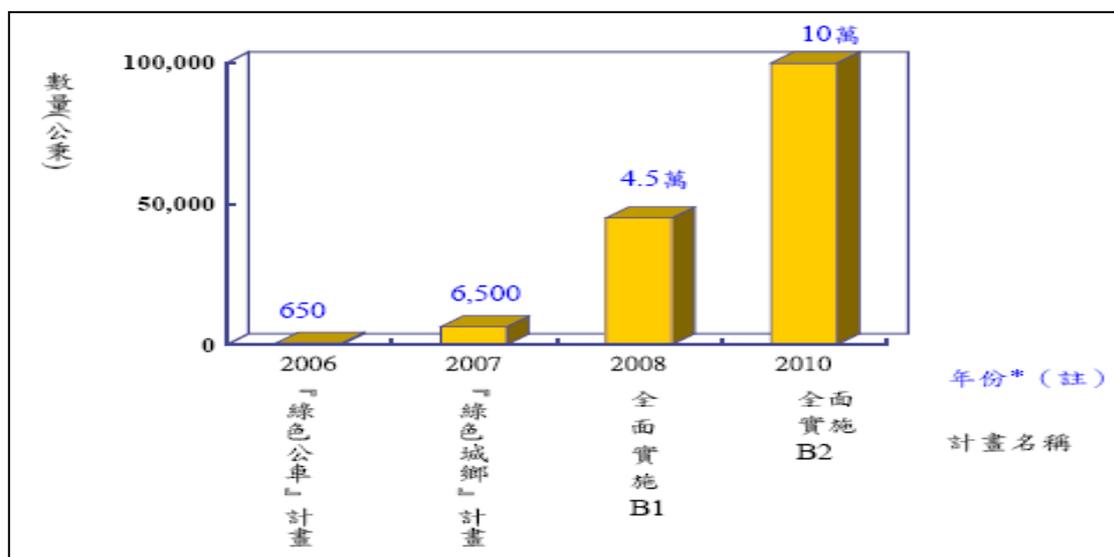
二、風力發電

風力台灣為一海島地形，每年約有半年以上的東北季風期，沿海、高山及離島許多地區之年平均風速每秒皆超過 4 公尺，風能潛力相當優越，根據調查顯示，台灣全省年平均風速每秒大於 4 公尺的區域，總面積約佔 10,000 平方公里，依最新盤點，我國的風力資源初步估計，陸域具有 1,600MW 的潛能，海域方面 5~20 米水深內約有 1,200 MW 潛能，而大於 20 米水深部分的潛能更大（初估約 2,000 MW）。為儘速達成政府綠色電力政策目標，及配合未來全球氣候變化綱要發展需求，相關單位已擬定「風力發電十年發展計畫」，積極推動風力發電之應用；規劃於台灣西部沿海風能資源豐富地區優先辦理，以未來十年內至少設置 200 台風力發電機或總裝置容量 30 萬瓩以上為目標。以風力發電產業而言，可投資零組件商機包括：塔台、土木及安裝工程、增速齒輪箱、中小型發電機、中小型葉片及控制系統、與電力轉換元件。

鑒於國內已具備風力機關鍵元件之技術能量，政府正協助建構國內風力機產業，強化國內業者之市場競爭力。目前規劃風力發電科技發展藍圖與產業化期程，係以 2025 年達成累計裝置容量 3,000MW 與創造國內產值 600 億元之目標為主要布局策略方向，短期內期望至 2010 年累計裝置容量 980MW 與創造國內產值 30 億元。

三、生質能

目前台灣地區的生質能發電應用有都市廢棄物發電(即垃圾焚化發電)、沼氣發電及農工廢棄物發電三大類，前者以內湖焚化廠成效最好，目前已將其產生的部份剩餘電力回售給台電公司。後者在農委會及農林廳的輔助下，為豬糞尿厭氧消化處理研究首開其端，開發各種沼氣利用的途徑，包括烹調、發電及運輸。較代表性例子有高雄立大農畜公司，建立 200 頭豬糞尿處理系統，產生的沼氣直接供燃燒及發電之用。農工廢棄物之發電利用，包含蔗渣、紙業廢棄物、廢塑橡膠、稻殼、固態廢棄物衍生燃料 (RDF-5) 等，設置容量合計約 54.04MW。



註：未來視市場供需情況可進一步提高天家比例及推廣量

註：B1，添加百分之一的生質柴油；B2，添加百分之二的生質柴油

資料來源：經濟部能源局

圖 5-8. 我國生質柴油推動目標及時程

根據行政院的評估，生質能在台灣的應用潛力，未來將佔總再生能源潛力的 45% 至 52%。農委會目前正與經濟部合作，投入能源作物的開發，規劃在北中南三個地區選定休耕田區，種植向日葵、大豆及油菜等能源作物，將這些能源作物轉化為生質燃料，發展生質柴油。經濟部表示，能源部門與農業部門合作推展生質能等再生能源，

將可創造能源、農業與環保三贏的局面。發展目標則為推廣生質柴油 2010 年 10 萬公秉，2020 年 15 萬公秉，能源局規劃了推動生質柴油的目標與時程如圖 5-8 所示。

第一階段為推動「能源作物綠色公車計畫」，第二階段為執行「綠色城鄉（Green County）應用推廣計畫」，第三階段實施 B1，第四階段實施 B2。為此，能源局於 2006 年 11 月公布「能源作物綠色公車計畫補助作業要點」，鼓勵公營大眾交通運輸車輛添加使用生質柴油，並配合農委會推動種植能源作物產製生質柴油，輔助國內能源作物市場之建立。2007 年 1 月開始共有高雄市 59 線 428 輛公車添加生質柴油 B2 全路上路，另嘉義縣公車處亦通過補助審查，預計將有 79 輛公車添加生質柴油 B5 加入。

而「綠色城鄉（Green County）應用推廣計畫」也於 2007 年 7 月 27 日正式啟動，於桃園縣及嘉義縣市內加油站販售生質柴油 B1 予一般消費者使用。此計畫將由過去「點」的示範推廣到「面」的示範，同時建構國內生質柴油產銷通路的體系，以期未來將經驗複製到全國各地。此外，因配合 2008 年將全面實施 B1，即未來所販售的路上運輸用柴油將強制添加 1% 的生質柴油，相關的法令與標準也規劃於實施前增修訂完成。另外，同年 9 月 29 日啟動「綠色公務車先行計畫」，由台北市內適用 E3 酒精汽油之公務機關車輛於規劃設置之 8 座加油站率先添加使用 E3 酒精汽油，並同時開放予一般消費者選用。

四、燃料電池

至於燃料電池，目前工研院能環所已開發完成採用燃料重組器之 3kW 家用型發電機組，由於相對而言燃料重組器可較不受限於國際大廠之專利限制，因此採重組器之小型定置型燃料電池系統應為國內發展分散式電源之利基產品之一。此外，國內在電動輔助車及二輪車產業已奠定基礎，但這塊應用市場目前國際燃料電池車廠多未深耕，僅有 Honda 等少數車廠推出燃料電池機車，因此現階段國內切入 20kW 以下小型燃料電池車輛產業亦應有利基。

五、地熱發電

根據政府規劃，我國在所有再生能源設備之中，總體來看，雖然地熱發展潛力最小，但台灣部分地區卻擁有非常豐富的資源，若地熱資源能有效利用，對於掌握國內自主能源方面有非常大的助益。依據政府規劃至西元 2020 年之發展目標，短期產值為 5 億元，總產值為 75 億元，每年產值為 3.75 億元。

台灣位於環太平洋火山活動帶西緣，板塊構造上為菲律賓海盆板塊與歐亞大陸板塊互撞縫合之處，火山活動分佈於北部、東部及北方與東南方海岸外的火山島。台灣全島共有百餘處溫泉地熱徵兆，地熱活動廣泛，顯示熱源條件存在甚具地熱潛能。

地熱為永續性之天然資源，目前其發電成本與一般發電電價已相當接近，由於其供電品質穩定，為極佳之再生能源。目前宜蘭縣政府為配合「清水地熱發電計畫」之推動工作，擬更進一步修復清水地區溫泉水礦區現存溫泉水井及探鑽新溫泉水井，以擴大該地區之溫泉水發電，於 2006 年 8 月完成 5000 瓩，並預計 2009 年 1 月完成 4.5 萬瓩之發電容量，並藉由地熱之多目標利用，以發展並結合發電、觀光及休閒之示範園區。

六、海洋能

海洋能科技對於四面環海的台灣，是一項能兼顧自產能源與符合能源安全的技術。海洋能主要有四種利用方式：海洋溫差、波浪、潮汐和海流發電。其中只有海洋溫差最具潛力，但也有技術及商業考量等問題，所以只停留規劃階段。

台灣東部沿岸具有開發海洋溫差發電之潛力，全台 1,448 公里海岸線亦具備波浪發電之發展潛能。此外，波浪發電亦可結合離岸風力及觀光遊憩以產生衍生性效益。政府可規劃海洋能先期研發所需建立之關鍵項目，並透過國際合作方式與先進國家交換資訊經驗，並引進先進技術。

政府目前發展策略聚焦於波浪發電產業科技研發、開迴路式溫差發電技術、深層水多目標利用技術以及與深層水相關之高附加價值產業育成，此外，也兼顧海洋能源開發關連的共通性基礎技術與海洋能觀測，促進產學研緊密合作。

七、未來能源科技展望

前述為我國目前所大力推展之再生能源概況，根據 IEA(2006)發表的《能源技術展望》闡述了關鍵能源技術的現狀和前景，並對其潛力進行評估，預計到 2050 年將呈現完全不同的局面。我國可參酌架上的規劃與展望，找出後續可發展之重點。

在新科技快速發展的情形之下，到 2050 年化石燃料在世界能源的供應中仍占大多數。2050 年對石油、煤炭及天然氣的需求遠高於現今的需求。因此對傳統能源的投資依然是必須的。以下內容將針對

快速發展之新科技，並且可提升能源使用效率之技術進行概要說明。

(一) 建築業、工業、交通運輸業的能效問題

現今的國際情勢中，提高能源的效率是刻不容緩的。近年來，OECD 成員國認為在建築、工業、交通運輸部門仍有很大的發展空間，得採取更有效的節能技術。在非 OECD 國家中，快速發展的經濟更為能源效率技術的投資提供極大的機會，其改善的潛能甚至更大。

在許多國家，新建築物較既有建築可節約至少 70% 的效率。現在建築物窗戶材料的絕熱值是其原來的三倍。現代天然氣和石油燃燒裝置已經達到了 95% 的能源效率，節能型空調比十年前的空調能少用 30-40% 的能量。區域供熱、熱力泵、太陽能都可以節約能源。改善後的照明可以成本有效地節約 30-60% 的能源。其他的新技術，譬如「SMART」測量、微型熱電聯合發電、燃料電池、太陽能電池等都為能源服務開闢了新管道。

工業領域亦有降低能源需求、減少二氧化碳排放的潛能。主要透過以下列方式實踐；提高發動機、泵、鍋爐、加熱系統的效率；增加材料的迴圈利用；用更加先進的生產工藝和材料；提高材料使用效率。工業領域最大的二氧化碳排放源為鋼鐵工業，占 26%；其他礦產品的生產，比如水泥、玻璃、陶瓷製品，占 25%，化學製品和石化製品占 18%。具有節能和降低二氧化碳排放的巨大潛能的新型尖端工業技術包括石化工藝中替代蒸餾的先進薄膜、鋼鐵直接澆鑄、石化工業使用生物原料來替代石油和天然氣等。

提高運輸部門的能源效率特別重要，因為該部門消耗大多數石油製品，並且各種污染物排放增長最快。有前景的技術包括油電混合汽車和先進的柴油發動機車輛，另外，渦輪增壓器、噴油器和先進的電子引擎控制都可消減燃料的消耗。其他較實際的做法有，改善汽車空調系統，確保胎壓正常等，也可有效提高能源效率。

(二) 潔淨煤和二氧化碳的捕捉與封存技術

二氧化碳的捕捉和封存技術(碳捕捉與碳封存)能明顯地減少來自發電、工業和綜合性運輸燃料生產所排放的二氧化碳。碳捕捉與碳封存可將煤炭、天然氣環節的二氧化碳排放量降低到接近零。然而，碳捕捉與碳封存的成本很高，IEA 預期 2030 年其成本將低於 25 美元/噸。高溫硫化床技術和煤炭蒸汽聯合迴圈技術，皆屬於高效能的煤

炭燃燒技術。

在新技術快速發展的情況之下，利用碳捕捉與碳封存技術減少的二氧化碳排放量占降低的總二氧化碳量的 20%-28%，低於基準方案中到 2050 年前的估計。淨煤技術和碳捕捉與碳封存技術為擁有大量煤礦資源的發展中國家提供了非常重要的機遇，譬如中國、印度。在限制二氧化碳排放的全球活動中，碳捕捉與碳封存技術在提供低成本電力方面亦不可或缺。

（三）天然氣發電

在所有快速發展的新技術中，天然氣在發電比例中，仍然保有舉足輕重的地位。在 2050 年其所占比重由 2006 年的 23% 上升至 28%。充足的天然氣存儲可滿足需求，但是很多因素將影響其實際有效性和價格。由於天然氣在發電時所排放的二氧化碳僅為煤炭發電所排放的一半。因此提高天然氣發電廠的效率是成功的現代發電技術的範例之一。最新的聯合迴圈天然氣電廠，大約可節能 60% 左右。擴大推廣該技術的應用範圍，將大幅降低二氧化碳排放量。

（四）核能發電

美國總統布希在 2006 年揭櫫的「全球核能夥伴計畫 (Global Nuclear Energy Partnership, GNEP)」，其目的在於向全球推展用之不竭、經濟實惠、環境友善及零溫室氣體排放的核能發電。此外，GNEP 亦有利於美國降低對進口石油的依賴，在國內興建核電廠、開發新的核燃料再處理技術 (UREX)，以先進滋生反應器 (Advanced Burner Reactors)，消耗再處理後產生的可分裂材料。

核能是一種經過多年研發的零排放技術。目前阻礙核能進一步開發主要有 3 個因素：巨額資金成本、公眾對放射性核廢料和核事故的反對態度，以及核武擴散的可能性。未來核反應爐的發展目標將研究解決上述問題。假定上述問題得到解決，核能利用將能夠大幅降低二氧化碳的排放。在新技術快速發展的情況下，2050 年核能將占世界發電的 16%-19%，在對核能持消極態度的情形之下，核電在發電中所占的比重降至 6.7%。若採樂觀的態度，則核能在 2050 年占發電比重的 22.2%。

（五）再生能源發電

在快速發展的新技術情景中，到 2050 年前水力、風力、太陽能

以及生質能等再生能源的成長，可以降低發電帶來的二氧化碳排放量的 9%-16%。再生能源在電源結構中所占的比重從 2006 年的 18% 漲至 2050 年的 34% 之高。另一方面，則對於再生能源和核能技術的發展則更加樂觀，再生能源所占的比重到 2050 年前超過 35%。

水力已在許多地區被廣泛使用，是最便宜的發電資源。其具有可觀的增加潛力，特別是小規模的水力發電。水電依然是所有快速發展的新技術情景中可再生能源發電的最大資源。

近年來，隨著風力使用更大的葉片以及更先進的控制裝置，陸上風能和海上風力發電的成本已急劇下降。地點決定成本，最佳的陸上地點，風力發電成本約 0.04 美元/度，已經可以跟其他發電競爭。海上風力發電安裝成本昂貴，尤其是深水區，但是期望在 2030 年後商業化。當風力在發電中占很高比重時，則需更加完善的電網，並有備用電源或儲能系統以便調節可能的電源中斷(由於風力發電引起的)。在新技術快速發展的情形之下，假設風力發電快速成長，風力的重要性將位居第二，僅次於水力發電。

生物質能發電被證明是一種優良的發電技術。用小部分生物質能和燃煤廠進行混合發電，並不需要對電廠進行重大改造，非常經濟，同時也可以降低二氧化碳的排放。

自 1970 年代以來，高溫地熱資源的發電成本大大的降低。地熱發展應用具有一定的潛力，但卻是一種特定地點的資源，它只能在某些地區獲得並用於發電。低溫地熱資源可直接使用，例如區域供暖，和地表蒸汽泵都得到廣泛運用。

太陽能技術在特定範圍的應用迅速成長。隨著太陽能技術推廣應用和持續的研發，其成本已經下降。集中型太陽能發電(CSP)也具有遠大的發展前景。然而，所有快速發展的新技術估計到 2050 年前，太陽能(PV、CSP 技術)發電在全球發電的比重將依然低於 2%。

(六) 生質燃料和氫燃料電池在陸路運輸中的問題

運輸部門的無碳技術選擇已經被證明比在發電部門更具挑戰性。取自植物原料的酒精具有良好的燃燒品質，是非常有吸引力的燃料。它能與汽油達到最普通的混合比例(10%的酒精 90%的汽油)，巴西則改造較小的車輛，成功地引入更高的混合比例。

巴西大量的酒精取自甘蔗。在當前油價情況下，酒精具有強大的

競爭力。目前酒精的生產主要是用澱粉和甘蔗，新技術將充分利用木質纖維生物原料。這是當前能源技術研究的一個前瞻領域。

在燃料電池汽車中，使用低碳或者無碳資源的氫，從長遠來看，可確實使運輸部門脫碳。但是製氫需要投資巨額的基礎設施。另外，雖然近幾年氫燃料電池技術有長足的進步，但仍然是非常昂貴的。估計運輸部門使用生物燃料的可降低 6% 左右二氧化碳的排放。在 2050 年氫的消費將超過 300 萬噸油當量，可以減少約 8 億噸的二氧化碳排放量，燃料效率的提高又可以減少約 7 億噸的二氧化碳排放量。在 2050 年，氫和生物燃料將提供交通運輸部門能源需求的 35%。

(七) 小結

若期望 2050 年二氧化碳排放量回至當前水準，最終需要穩定大氣中的二氧化碳含量，並電力生產中的脫碳問題也是非常重要的。運輸部門的脫碳問題是一個更加棘手的任務，需要在今後的幾十年間來完成。預計至 2050 年，使二氧化碳的排放低於現有水準之 16%，雖說這是可以達到的，但其隱含的風險在於，該預測是建立於新科技技術呈穩定快速發展的基礎上。IEA 在 2006 年出版的未來能源科技展望，對 2050 年之二氧化碳減量技術為評估中，除原有的各部門的節約能源技術外，在發電部門的減量成效亦相當高(詳見圖 5-9)。

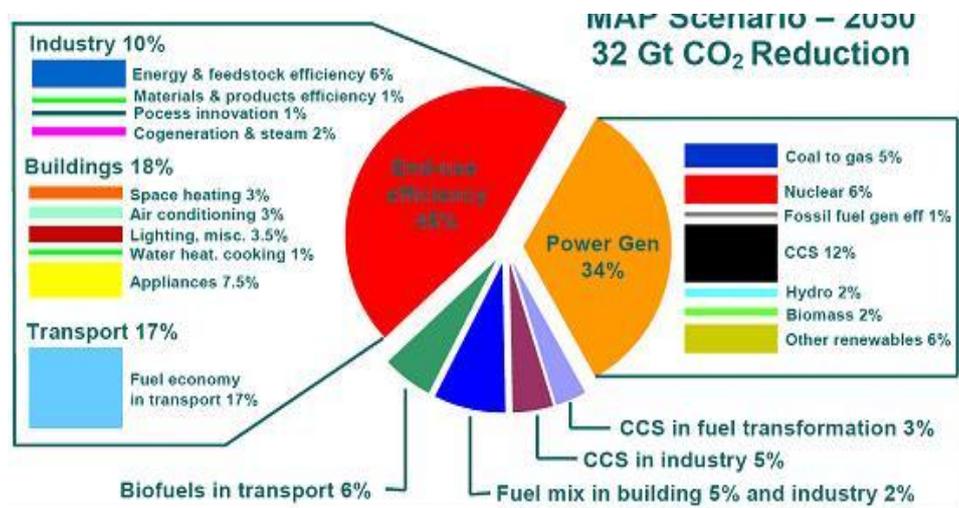
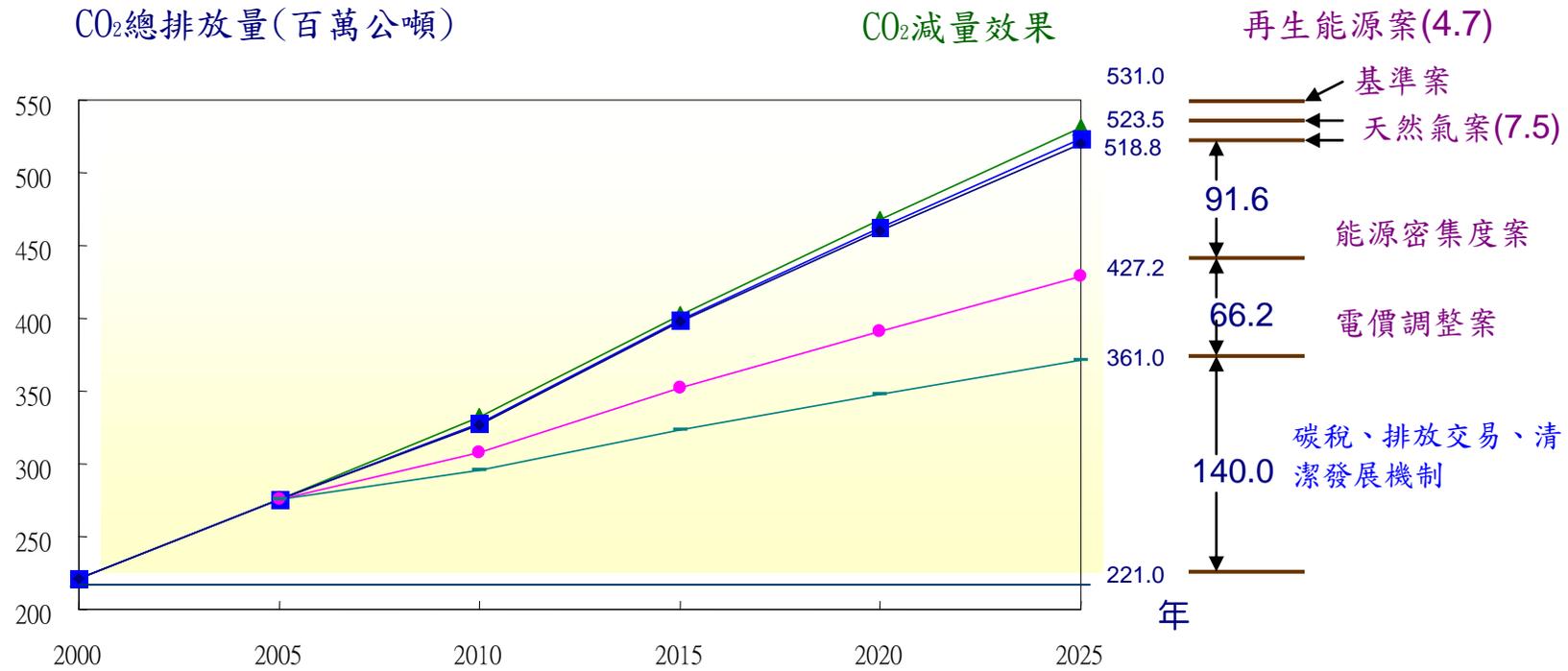


圖 5-9. 國際未來節能減碳技術趨勢

資料來源：IEA，Energy Technology Perspectives，2006。

5.6.4 再生能源取代化石能源之環境效果

環境污染嚴重污染物質主要是 CO₂、SO_x、NO_x 和 PM 等，這些污染物的 80% 是由於化石能源的應用，尤其是煤的直接燃燒所引起。近來更有專家直指，化石燃料消費所形成的 CO₂ 排放，是造成全球氣候暖化的主要原因，因此再生能源的運用，不但可降低 CO₂ 等有害物質的排放，更可循環再利用能源以達到環境永續性的發展。



資料來源：經濟部能源局(2006)，「全國能源會議結論具體行動方案」執行進度彙整報。

註：1.基準情景(BAU)參考1998年全國能源會議設定之節能目標28%，已將所抑制5,220 萬噸CO₂ 包含在內，並再加強提升能源效率，

促進能源密集度下降所抑制9,160 萬噸CO₂，兩者合計為14,380 萬噸，此為工業(9,700 萬噸)、運輸(2,300 萬噸)及住商(2,380 萬噸)部門三者所抑制CO₂ 之總效果。

圖 5-10. 能源政策(各方案)之 CO₂ 減量效果

一、我國 CO₂ 減量規劃及效果

2005 第二次能源會議規劃之整體及各部門因應策略已獲共識，按各部門(能源部門、工業部門、運輸部門、住商部門)規劃之政策措施初步估計在，2010 年 CO₂ 可較基準情景減少 2 千 3 百萬公噸，2015 年可減少 7 千 1 百萬公噸，2020 年可減少 1 億 2 千 1 百萬公噸，在 2025 年時，CO₂ 減量可達 1 億 7 千萬公噸。為達成 CO₂ 減量目標，能源局也擬定相關能源政策來促進 CO₂ 之減量(詳閱圖 5-10)。其中，「再生能源案」規劃目標為至 2030 年減量達 4.7 萬噸 CO₂，占總減量 263 百萬噸 CO₂ 之 1.8%。

二、再生能源代替化石能源發電之 CO₂ 減量效益分析

(一) 化石燃料所排放之 CO₂ 推估

台電公司在長期電源開發方案之規劃中提出推估，分為不含汽電共生及含汽電公生發電部分之 CO₂ 排放預測結果，顯示我國電力部門(不含汽電共生部分)於 2025 年因使用化石燃料所造成的 CO₂ 排放量將為 232 百萬噸；而全國發電設備(含汽電共生部分)則在 2025 年因使用化石燃料所造成的 CO₂ 排放量將為 281 萬噸，詳見表 5-12。

表 5-12. 電力業使用化石燃料 CO₂ 排放趨勢推估

	電力部門			全國發電設備		
	發電 CO ₂ 總排放 (百萬噸)	單位排放量 (公斤/度)	扣除核能單位排放量 (公斤/度)	發電 CO ₂ 總排放 (百萬噸)	單位排放量 (公斤/度)	扣除核能單位排放量 (公斤/度)
2006	109	0.55	0.68	144	0.64	0.76
2007	111	0.54	0.66	146	0.62	0.74
2008	112	0.52	0.64	148	0.61	0.72
2010	108	0.46	0.60	145	0.55	0.69
2015	137	0.48	0.60	179	0.56	0.68
2020	178	0.53	0.61	224	0.60	0.68
2025	232	0.59	0.63	281	0.65	0.69

註：(1)電力部門 = 台電系統 + 民營電廠；(2)全國發電設備 = 台電系統 + 民營電廠 + 汽電共生。

資料來源：台灣電力股份有限公司(2006)，「我國電力長期負載預測及長期電源開發規劃」計畫團隊提供。

(二) 替代能源發電所減量之 CO₂ 推估

根據「發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響⁶²」中指出，再生能源之 CO₂ 減量效益可分為再生能源之電價和設備補貼而能源需求減少使得 CO₂ 減量，以及再生能源直接替代化石能源的二氧化碳效果。若以再生能源發電減少 CO₂ 及其他空氣污染物⁶³ 排放對造成的社會成本效益而言，2010 年最多約可達 11,626 百萬元，2015 年為 18,122 百萬元，並在 2020 年達到高峰的 33,334 百萬元⁶⁴。

各項再生能源所直接帶動 CO₂ 減量效果則如表 5-13，可看出若持續利用風力發電將可直接地達到最大 CO₂ 減量效果，生質能與水利發電對環境友善的態度也會隨著時間的連續使用，有效降低 CO₂ 之排放量。

表 5-13. 各類再生能源發電所帶動的直接 CO₂ 減量效果

單位：千公噸CO₂

年度	小水力	風力	地熱	太陽光電	沼氣	生質熱	合計
2006	622.5	74.3	1.8	1.0	88.0	294.5	1082.1
2007	667.2	175.4	6.6	1.8	91.4	341.5	1283.9
2008	713.3	414.0	17.5	3.2	95.0	396.1	1639.1
2010	809.9	2305.4	123.8	10.7	102.5	532.9	3885.3
2015	864.1	3459.5	246.0	57.2	120.7	827.5	5575.0
2020	896.7	3722.7	347.9	232.0	141.7	1245.2	6586.3
2025	900.0	4019.1	519.0	409.2	144.0	1296.0	7287.2

註：本表不含垃圾焚化發電。

資料來源：經建會(2006)，發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響。

(三) 小結

以 2025 為例，燃用化石能源發展所排放的 CO₂ 約為 281 百萬噸；使用再生能源發電所減少之 CO₂ 排放量約為 7.29 百萬噸，若加上政府所執行的各項溫室氣體減量政策，可逐漸減少 CO₂ 之排放量，邁向環境友善性及資源永續利用之目標。

5.6.5 化石能源價格上漲對再生能源技術創新的誘發效果

一、「誘發性」創新

⁶² 行政院經濟建設委員會 2006 年委託台灣綜合研究院所作之研究。

⁶³ CO₂ 之單位減量成本參考梁啟源(2002)之 1,941.9(NT\$/公噸 CO₂)。其他空氣污染物之減量成本分別為 45.919(NT\$/公噸 SO_x)，53790(NT\$/公噸 NO_x)及 88212(NT\$/公噸 PM₁₀)

⁶⁴ 數值為假設 2010 年之前每瓦之投資成本為 30 萬元，自 2011 年起每年調降 5%，且考慮機會成本下之經濟成本。

就 3E 模型而言，對技術變動的需求主要來自價格誘發效果，當能源相對價格不斷提高，如同 Hicks (1932) 所說，要素相對價格的變化將刺激創新產生。更有甚者，當使用能源的外部成本被內生化，如碳稅或能源稅，價格誘發的需求將不再對技術本身，而是對技術的特徵產生需求，如低碳技術的低排放特性。至於創新的供給，則源自基礎科學研究與知識的培養、研發 (Research and Development, R&D) 投入的成果、研發或採用過程產生的外溢與學習效果、以及政策等。

所謂誘發性創新 (induced innovation)，指廠商會在研究利潤的誘因下，投入 R&D，期望產生新的產品或製程，而此新產品與新製程可以帶來更高的利潤。在部分研究中，R&D 的研發結果被稱為「知識資本 (knowledge capital)」，它是一種無形資產，廠商可同時利用無形資產與其他投入進行生產行為，創造利潤 (Griliches, 1979; Hall et al., 2000)。

當 R&D 被視為一種投資行為，它便具有與其他設備投資或有形資產不同的特質，首先，雖然任何一種投資的結果就某種範圍而言是具有不確定性的，但 R&D 結果的不確定卻是出現在質的差異上，不僅僅是投資的預期報酬變異較其他投資更大，預期報酬的金額大多較其他投資高但成功機率卻相對較小 (Scherer et al., 2000)。另一方面由於 R&D 投資所產生的資產通常具有專業性、沉沒成本、與無形資產的特性，所以無法成為抵押品。在充滿不確定性與無形資產的特性下，要透過資本市場機制解決研發的財務問題通常比其他投資困難多了，特別是對小廠商而言，在企業內部缺乏資金來源，在企業外又沒有良好的借貸能力，將使小廠商更不願投資研發工作。

除了財務上的困難外，研發投資與其他投資不同的是無形資產較難排除他人使用，就如同 Arrow (1962) 第一次提出的，這些無形資產的創造者一般無法獨自佔有他所創造出來的所有社會報酬，許多的社會報酬將透過外溢 (spillovers) 流向其他競爭廠商或購買創新者產品的下游廠商，甚至流向消費者 (Griliches, 1979、1992; Jaffe, 1986、1998)。因此個別廠商的 R&D 投資明顯的會低於社會最適的投資水準 (Spence, 1984)。

既然誘發性創新是在利潤誘因下產生，則不免假設創新幅度與方向，應與相對價格變化有關。因為環境政策直接或間接地影響投入要素的價格 (通常變貴)，誘發性創新便提供了良好的媒介，可以分析環境政策與技術創新間的互動，引入技術變動，成為衡量環境政策工具的標準做法。

二、 R&D 部門的目標

一般而言，研發活動的主要目的，包括三種層面：(1) 取得更優勢的技術；(2) 降低不確定性的影響；(3) 維持領導者的地位與產能。依據 Blanford and Clarke (2003) 的描述，追求前瞻技術主要在維持產線的基本優勢，例如光電電池的研發就非常注重降低能量轉換成本或增加轉換效率。

至於不確定性的來源則又可區分為三類，其一，對於技術研發創新所能達成的優勢高低並不確定，對於研發成功所需時間亦無法確定，當此項不確定因素過高，例如經過長時間大量的研發投入仍未見成果，則有必要設置停損或時限以避免更高的損失；第二種不確定的原因，則來自於外在因素，如溫室氣體排放對於氣候、海面溫度、人類健康等諸多因素之影響，缺乏直接而明確的證據彰顯其關聯；第三種不確定的因素，來自於研發結果對於現有技術施行績效的改善幅度，最明顯的例子為碳封存技術。

最後廠商願意花費龐大研發支出，很可能是為了維持其在市場中的領導地位與產能，因為持續的研發投入，將大幅累積其知識與技術資訊，進而提高其研發成功的機率，更甚者，這類廠商大多寧願花費大筆研發經費去發展一項新產品而不願去購買一個競爭者也在使用的既存技術。

三、 價格與政策的誘發效果

Newell *et al.* (2006) 提到若能瞭解市場誘因、政府政策與技術變動之間的關聯，對於預測基線之技術水準、二氧化碳排放、以及減量時程與減量成本等指標，具有關鍵性影響。事實上，在基線中對於能源效率提升幅度的假設，明顯地將直接影響減量成本之高低。至於公共政策本身，直接或間接的影響技術變動的幅度與方向，例如直接規範販售商品必須具備的能源效率標準，或者直接透過政府對私部門研發計劃的支持，或者間接的透過課稅、補貼、交易許可或其他工具來製造經濟誘因，誘使市場採取特定的技術。除了政府部門製造的經濟誘因，市場本身的狀態，常是導致技術變動的重要因素，例如能源價格的攀升，最容易引發低能源密集度的技術的研發與採用。

從微觀的角度而言，要深切地描述誘發性技術變動就必須說明節能技術可能同時透過引進新資本與技術以及改善能源使用效率兩個方向進行，每一個設備資本的能源使用效率可視為該資本財的特性，這個特性代表的是能源使用與生產成本之間的關係，因此在市場中面對諸多技術時，選擇的是該技術或資本所代表的能源使用的特性。

一般在建立模型以微觀角度描述誘發性技術變動時，會透過引入新資本財的產生來代表技術的變動，而所謂技術變動在這裡則表示能源效率提升或單位產出之能源投入量的節省。能源效率可視為資本財的一項特徵，Newell (1997) 以及 Newell *et al.* (1999) 即曾針對家庭能源使用效率對能源價格的反映，利用資本財特徵建立誘發性創新模型予以評估。雖然 Hicks 將誘發性創新假設定位於要素價格變化所引發的效果，但 Newell *et al.* (1999) 卻認為 Hicks 的概念應進一步擴展，誘發創新的因素可能包括規範標準的變化，如商品標示要求可能提升商品特徵價值，更甚者，當廠商面對污染排放管制，只要廠商因為此項管制而進行某些措施進而改變其影子價格時，這些非價格管制因素便可進入誘發性分析架構中加以評估。兩文的評估結果皆認為能源價格的上漲有助於技術變動（資本財特徵）的發展，能源投入與產出的關係呈現負向的變化，隨著能源效率、產能以及其他資本財特徵的提升，資本財的使用成本也隨之增加，但在給定的特徵下，整體生產成本卻會隨著累積產量（經驗累積）的增加而下降。

Newell *et al.* (2006) 提到誘發性創新在生產成本與能源效率存在抵換關係，因為當能源價格位於高檔時，化石能源效率的技術前緣斜率通常較陡，意味著生產成本對能源投入的反應彈性更低。另一方面，他們也發現機械生產過程的學習效果確實存在，隨著累積產量增加 10%，約可降低生產成本 7% 之譜，他們也提到在評估機械業學習曲線的過程，發現使用累積產量變數以看待技術變動的效果，要比使用累積時間來的顯著。

在政策面，除了直接影響能源價格者如能源稅或碳稅等，面對技術變動議題，吾人更關心的還是如何培養促進研發與技術發展能力、如何拓展產、官、學的共同夥伴關係、如何提供稅賦優惠或其他財務層面誘因刺激發展環境友善技術、如何運用能源使用效率最低標準規範、自願性減量以及資訊共享平台等措施等等。共同夥伴關係與資訊共享平台的建立有助於促進中小型企業的研發動能。多數的理論文獻都認為不同型態的政策工具將產生不同的技術變動效果，無論在方向上或幅度上皆然。環境政策特別是牽涉到大規模經濟衝擊的政策，如全球氣候變遷政策，應當以鼓勵更甚於約束的角度，促使技術的發明、創新與擴散效果能夠發酵 (Kempe and Soete, 1990)。

Newell *et al.* (2006) 在彙整許多實證研究並針對多項政策進行實證分析後，他們認為當成本下降或日趨嚴厲的規範將抬升技術採用的價格時，廠商會逐步採用新技術，而那些利潤微薄或成本較高的廠商則越慢採用。他們研究發現在排放交易市場中，那些減量成本較低的廠商（即排放交易

市場中的賣方)，有較高的誘因採用節能技術，而減量成本較高的廠商（排放交易市場中的買方），則反之。導致此結論的原因在於排放交易制度會刺激所有廠商，在其個別的排放目標下採取行動，直到其減量邊際成本等於交易許可證價格為止。在固定的排放目標下，排放交易的賣方會盡量壓低實際排放量，獲取更多排放許可空間以銷售至排放交易市場賺得更高利潤，因此較有採用節能技術誘因；相反地，許可證買方面對昂貴的減量成本，與其採用新技術進行減量，不如直接購買排放許可。

為了解釋環境政策工具與技術變動間之關聯，可將政策區分為兩種型式：一種是直接限制或命令式的政策工具，另一種是透過市場機制來達成政策目標。透過市場機制來達成政策目標的政策工具，像污染稅、補貼、交易許可或其他措施，較能鼓勵廠商或個人一方面滿足其私利動機一方面達到污染控制目標（Stavins，2001）。而直接限制或命令式的政策工具，雖能迫使廠商達成污染減量的責任額，卻沒有考慮到廠商及社會所負擔的成本，這類的政策工具通常會訂定一個單一的技術標準讓所有廠商一體適用，但要讓所有廠商都達到相同的目標，必須付出相當高的成本，因為控制排放的成本在不同廠商間的差異相當大，即此在同一廠商內，面對不同污染源所要付出的控制排放成本亦大不相同，在某種情況下可能就不是成本有效的情况。

所有的發明都潛在的可創造出技術進步（無論是來自需求的拉力或供給的推力），因為發明本質上的差異，誘使廠商去從事別人不會做的發明工作，若明定一個績效或技術水準要廠商達成，最容易發生的問題是給定技術水準時，通常假設廠商永遠都會在現有技術下存在改善空間，而我們永遠不會知道技術進步的幅度到底是多少，給定的標準要不是不足就是太遠大，存在無法達成的風險，進而使經濟與政策崩解（Freeman and Haveman，1972）。

管制技術發展水準會使技術發展凍結在管制水準上，因為沒有誘因讓廠商發展高於管制水準的技術，也就不會採用更新的技術，若採用的管制是在限制最低發展標準的話（BACT），採用新的污染減量技術可得到一筆報償，則由於這筆報償並非來自投資的結果，廠商的競爭對手就更難達到新的技術（Hahn and Stavins，1991）。但是若此時有一個第三團體，可以進行發明與取得專利授權的工作，他們就可以形成一個技術市場，在這樣的情況下，BACT 型式的管制就可以有正的誘因使技術創新出現。但很不幸的目前這方面的理論與實證研究（探討技術供給 technology-forcing）並不多見。

相對地以市場機制為運作工具能夠提供較強的誘因使廠商採用更便宜且更優良的污染減量技術，這是因為在有效成本很低的技術可被裝設使用的情況下，只要廠商減少污染排放就可以獲得更高的報酬。

原則上在分析環境政策工具對技術變動的影響時，可由兩個思考方向出發：其一、不同的政策工具對技術變動的幅度與方向有何不同影響；其二、環境政策能否促進技術的有效變動幅度與方向，甚至達到全面的經濟效率。

較早的研究中，Magat (1978) 利用創新可能邊界 (IPF) 來比較水污染稅與 CAC 標準，文中除了污染稅之外，還比較了補貼、排放許可、污染標準與技術標準等政策工具的效果，結果發現除了技術標準限制外，其他政策工具皆可誘使技術偏向低排放技術發展。

另外有部分文獻將視野放大到整個經濟活動中，Carraro and Siniscalco (1994) 就建議應該把環境政策工具與傳統產業政策工具放在一起探討，才能在給定減量目標下，找到一個最適的方法，該文發現，創新補貼一樣可以達到環境目標，還可同時避免污染稅造成的產出下降；Laffont and Tirole (1996) 則解釋交易許可體系可達到預期的技術變動誘發效果，他們強調許可的現貨市場雖無法誘使創新達到社會的最適程度，但未來的市場中可以改善這樣的情況。

Cadot and Sinclair-Desgagne (1996) 提出一個問題：如果一個正常的產業擁有污染控制優勢完整的成本訊息資料，那麼這個產業可以聲稱該項技術太貴，在這種情形下政府能否設計一套機制去避免此類資訊不對稱的問題，作者透過 game theory 找到一組解，結果並不令人驚訝，政府必須公告其對環境進行之管制，且此管制隨廠商逐漸採用新技術後而逐步縮減。

近來理論研究追隨 Magat 的路線，將政策工具依其對創新的刺激效果予以排序，Fischer *et al.* (1998) 發現要將政策工具清楚地排序是不可能的，因為除了要考慮到創新本身的誘因，還要考慮到創新者是否有能力將新技術擴散到其他廠商創造外溢利益，還需考量創新的成本、環境效益函數、以及廠商生產排放等因素。

四、學習效果

R&D 投資與學習效果似乎是探討創新議題不可或缺的兩個面向，部分研究認為 R&D (learning by searching) 應與邊做邊學 (learning by doing)

切割，將兩者視為兩支獨立的技術發展的力量，但有部分研究卻認為兩者無法分割，若採取前者的觀點，R&D 投資應該能夠有效降低無碳技術的高昂成本，並在面對碳稅時即時做出反應，而無須像邊做邊學般，先引入新技術，再透過學習的過程慢慢縮減成本。

設置創新技術的初期，通常是十分昂貴的，成本會隨著個人、企業與產業的使用經驗而下降，學習或經驗曲線即將技術進步設定為技術擴散過程中隨生產（製造業的 LBD）或使用（消費者的 learning-by-using）而累積的經驗的函數，藉以描述技術進步與經驗累積間之關係。技術學習的觀念在許多產業中已經有相當的觀察史，而且已建構良好的實證觀念，許多作者認為學習曲線在能源模型中可將技術進步做有意義的呈現（如 Grübler *et al.*, 1999；Azar and Dowlatabadi, 1999）。

最先強調 LBD 為技術變動來源的是 Arrow（1962），Boston Consulting Group（1968）則建構了經驗曲線的概念，並將總成本與經驗累積量連結，在這篇文獻中，將所有會影響總成本的參數，如生產過程改善（包括製程創新、學習效果與 scaling efforts）、產品研發（包括產品創新、產品重新設計、產品標準化）、以及降低投入成本（Neij, 1997；IEA, 2000）透過技術與產品估價方式找出者些參數值。Kline and Rosenberg（1986）的研究顯示技術學習對於技術進步的影響比技術本身的發展來得更大。

一旦慮及學習效果，則許多影響動態特性的因素即陸續被提出，在課徵碳稅時，將間接地改變各種能源耗竭的動態過程，尤其當不同能源耗竭的過程存在個別特殊性時，將諸多特性納入模型將改變碳稅執行的時徑。

例如當吾人在基線考慮學習效果後，最適的情況將延後氣候政策的執行以等待技術的進一步發展（Wigley *et al.*, 1996）；相反地，由於氣候政策可以誘發技術的創新與擴散，基於此則應及早執行氣候政策（Wene, 2000；Azar and Dowlatabadi, 1999；van Vuuren and de Vries, 2001）；另一方面，在技術發生鎖定的情況下，似乎沒有理由執行任何氣候政策，因為越晚減量成本越低（Wigley *et al.*, 1996），但這樣的論點後來受到質疑，因為若將整個系統所有的資本難以轉換的問題考慮進來，則可能越早行動越好，以便讓技術轉換過程更平滑（Ha-Duong *et al.*, 1997；Grubb, 1997）；當吾人探討 R&D 的角色時，會發現大規模的 R&D 投資並不會持續，一旦 R&D 有了初步成果，之後只會大範圍地採用既有技術，因為較成熟的技術具有較佳的競爭力，也比較便宜；至於能源的耗竭問題，則未有較一致的結果出現。因此在面對這些林林總總的情況時，最終那個最適的決策究竟為何，

端視上述諸多力量影響力的相對大小而定。

在 van Vuuren *et al.* (2004) 模型中，主要考量中、長期技術發展對於減量成本的影響，在文中將技術發展定義為可行技術集合中，技術組合的績效，無論績效是以效用或成本來衡量，為了要呈現技術發展的影響，必須透過碳稅所導致的減量效果的變化來觀察，而碳稅則是來自於模型體系外部所決定的。利用課徵碳稅所產生的邊際減量成本曲線，可以呈現系統面對課碳稅時的反應並據以計算一個系統反應指標R，利用此指標便可知道在不同技術組合下所產生的差異。

TIMER 模型中內生化處理技術發展的方式，係透過邊做邊學來設定，而學習函數則採用一般常用的形式：

$$y = \alpha Q^{-\pi}$$

式中 y 代表單位生產成本， Q 代表累積產量， α 則為固定常數， π 則是學習率。學習率的高低決定學習速度，一般會以進步率 $\rho = 2^{-\pi}$ 來呈現單位成本與經驗累積之間的遞減關係。在該模型中學習效果會直接影響煤、油、氣的生產成本，間接影響再生能源與核能的投資並降低能源保護的成本曲線。

至於學習率的設定，一般係參考歷史資料所推估出來的數值，此數值會因為技術與情境的不同而有差異，例如太陽光電、風能與生質能的學習率通常較傳統化石能源低一些，即發展初期的技術，其學習曲線通常較成熟技術為低。在其模型中學習率會隨時間而改變，茲將該模型使用之學習進步率彙整於表 5-14。

表 5-14. van Vuuren *et al.* (2004) 模型使用之學習進步率

技術	進步率 (1995)	進步率 (2100)
煤	0.90~0.94	0.95~0.96
油	0.85	0.92
天然氣	0.86~0.93	0.90
核能	1.00	0.96
太陽能/風能	0.80	0.90
生質能	0.88	0.92
效率	0.85~0.90	0.92

由於模型含納多個國家與區域，當 van Vuuren *et al.* (2004) 在處理學習率時，學習曲線是否能在不同地區如法炮製變得十分有趣，這牽涉到技術移轉的問題，即使技術發展可以順利在各區域之間移轉，要達到顯著的

成本縮減效果也必須等經驗累積到一定程度後才能顯現出來，因此 TIMER 的處理方式係允許技術移轉但學習進步率仍因地區性而有所差異。

五、 技術採用

在多數的經濟模型中，新技術在最適化前提下被視為是調整迅速的，因為新技術擁有更高的效率。如此一來，對於新技術的處理容易忽略交易成本、能源系統慣性、以及需求面市場失靈的存在，而造成過於樂觀的估計結果。事實上新技術的技術變動率與新技術出現到採用新技術的步調之間的差異有關 (Edmonds *et al.*, 2000)。

影響技術採用步調差異的因素，除了新技術與傳統技術相對價格差異、新技術資訊取得、新技術學習速度等技術面因素外，政策措施的嚴苛程度與時程亦直接左右技術採用的時機。此外就減量目的而言，技術進步可能來自能源效率提升、直接使用再生能源或低碳能源、亦可能來自碳排放後的補救措施，如碳捕捉與封存技術 (Carbon capture and storage, CCS)。

無論是能源效率或採用低碳或再生能源，大概僅能降低二氧化碳排放量，近幾年碳捕捉與封存技術成為繼效率提升與再生能源之後備受關心的選項，然而新技術的產生，在技術可行性、執行所需成本、執行的時機、執行後對環境的效益、對整個氣候政策配套的影響等層面，都受到嚴厲的檢視。到目前為止，碳捕捉與封存技術運用在油、氣與部分產業為可行技術並已有執行經驗，在嚴厲的氣候政策下，CCS亦逐漸具備經濟誘因，例如Newell *et al.* (2006)提到天然氣產業採用封存技術每噸碳約只須花費\$50元，該文更提出若美國電力部門採用CCS技術，每噸碳約需\$200至\$250元不等的處理成本，並不會較遵循京都議定書規範所產生的減量成本來得高，況且此處理成本會隨著技術的持續發展而下降。

在面對不同的減量政策壓力下，CCS技術採用的情形亦隨之變化，表 5-15彙整了部分研究近幾年的評估結果。假設技術進步能有效地降低CCS成本，且本世紀天然氣價格上漲幅度高於煤，則大致上CCS技術較有可能在20至35年之後進入市場商轉，其價格約莫訂於\$50/tC至\$100/tC之間，其中整合氣化複合式循環 (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC) 機較具競爭力，但長遠來說，只要減量政策越趨嚴苛，具有優勢的天然氣複合循環 (Natural Gas Combined Cycle, NGCC) 機組有可能成為主要的化石燃料技術。

表 5-15. 電力部門 CCS 成本預估：整合模型研究結果

模型*	情境	評估期間	技術類別	CCS價格 (\$/tC)	CCS啟用年度	最大發電配比	達最大發電配比年度
EPPA	\$50/tC (2010)~ \$200/tC (2040)	1995-2095	NGCC	100	2020	16%	2040
			IGCC	100	2020	50%	2100
CMU	\$150/tC (MAAC region)	2000-2040	NGCC	175	-	-	-
			IGCC	75	立即	35%	2040
			PC retrofit	50	立即	10%	2040
MiniCAM	550ppmv	1995-2095	NGCC	90	2020-2035	15%	2095
			New PC	90	2020-2035	6%	2095

* MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA)結果來自 McFarland et al. (2004) ; Carnegie Mellon University (CMU)結果來自 John and Keith (2004) ; MiniCAM 結果來自 Edmonds et al. (2002)。

5.5 本章結語

歐美國家十分重視能源發展策略與能源安全問題，且在全球經濟趨於一體化的形勢下，能源策略發展更顯得重要，在國際領域開展多邊合作才是解決能源安全最根本和最有效的措施。加強與國際能源組織、地區性能源組織、能源消費國和能源生產國的對話與溝通，在全球範圍內尋找能源合作。而面對京都議定書，各國在制定能源策略時背景不盡相同，但主要目的包含以下數點 (表5-16)：

表 5-16. 歐美國家因應溫室氣體減量政策比較

地區	背景	能源政策概要
美國	<ol style="list-style-type: none"> 1.國際油價的上升 2.經濟成長遲緩 3.面臨能源危機 	<p>能源外部性：</p> <ol style="list-style-type: none"> a.課徵聯邦能源稅 b.租稅減免、補貼，誘發美國本土能源供給多樣性 <p>國家安全：</p> <ol style="list-style-type: none"> a.提昇自我石油供給，積極開發美國本土油田 b.加倍戰略儲油，強化石油短缺應對能力

		<p>c.增加交通運輸部門的能源多樣性</p> <p>d.增加石油替代產品的供應和降低對石油的需求</p> <p>提升能源效率：</p> <p>a.家庭能源效率改善租稅抵減</p> <p>b.建築物節能租稅抵減</p> <p>c.企業租稅抵減</p> <p>d.藉由汽車租稅抵減宣導動力混合車</p> <p>e.修改「公司燃料平均效能標準」</p> <p>降低全球能源需求：</p> <p>a.開徵石化原油特有的資源地租</p> <p>b.輸出美國能源技術</p>
英國	<p>1.未來的社會應走向低碳社會，且美國未簽署京都議定書，英國政府更認為要扮演起全球環境保護的角色</p> <p>2.長期下氣候變遷能影響這個世界</p>	<p>減量目標（相對 1990 年排放量）：2020 年減排 26%~32%；2050 年減排 60%</p> <p>法律效力：行政部門需承擔法律責任，確保政府貫徹其執行力</p> <p>滾動目標：每五年設定一個減量目標，且一次提出三個五年計畫，並隨時間而調整目標</p> <p>成立氣候變遷委員會：成立一個由專家組成的獨立委員會，追蹤英國溫室氣體排放狀況</p> <p>調適政策：要求政府每五年提出氣候變遷衝擊的預測報告及碳風險評估，並提出調適政策(adaptation policy)。</p> <p>公開透明的年度報告：行政部門每年需向國會報告最新進展</p>
歐盟	<p>1.源基礎設施陳舊老化</p> <p>2.歐洲的能源供給安全。</p> <p>3.天然氣供給告急</p> <p>4.石油和天然氣的價格暴漲</p> <p>5.氣候變暖，生態環境惡化</p>	<p>六大政策：</p> <p>a.建立內部天然氣和電力市場</p> <p>b.確立內部市場能滿足需求並且穩定成員國間的關係</p> <p>c.分散能源來源</p> <p>d.因應氣候變遷</p> <p>e.能源科技計畫</p> <p>f.能源對外政策</p>

由表 5-16 可知歐美各國現今能源政策制定之時空背景與政策內容，不同國家其政策當然有不同的內容，檢視各國政策背景且考量本國自產能源缺乏，我國應在能源安全及能源使用效率等議題更加重視。

第六章 台灣參與國際 CDM 可行性分析

6.1 前言

CDM是未來國際上最重要的溫氣體減量的彈性機制之一，各國可透過各種型式的CDM計畫，達到溫室氣體減量與降低減量成本的雙重目標。目前各國政府均積極投入CDM之主要目的，在於掌握最具成本有效性的CDM計畫，然而，在現行的國際清潔發展機制運行規則下，台灣如欲參與CDM計畫，均須透過中國政府正式向聯合國CDM理事會登錄，在兩岸政治對立的情況下，台灣推動CDM堪稱窒礙難行，導致台灣在CDM的能力建構不足，影響未來台灣參與國際CDM計畫的能力，值得政府關注。

逐漸興起的國際碳基金(Carbon Fund)，與傳統基金性質相近，屬於純粹的金融商品，較不受政治因素影響，是台灣參與CDM計畫的可行方式之一。此外，國際情勢的變化快速，目前正如火如荼進行的後京都減量承諾協商，台灣參與CDM計畫的機會不無可能，因此，台灣當前最關鍵的策略即是加速國內CDM的能力建構，以及透過試辦的「做中學」(learning by doing)效果，快速累積CDM參與能力，以利未來銜接未來參與國際CDM機會。基於此，本章第二節分析COP12/MOP2最新發展狀況，第三節探討台灣參與國際碳基金的，第四節分析台灣參與CDM計畫可行性與能力建構問題，第五節評估國內試辦燃料酒精CDM計畫之溫室氣體減量潛力，第六節為本章小節。

6.2 COP12/MOP2 之 CDM 最新發展

在 2006 年時於肯亞奈洛比(Nairobi)召開的第十二次聯合國氣候變化綱要公約締約國大會(The 12th Session Conference of Parties, COP12)暨第二屆京都議定書生效締約國會議(The 2nd Meeting of Parties, MOP2)，本次大會一致選舉肯亞環境部長 Kivutha Kibwana)擔任大會主席，其在開幕致詞時強調：快速的氣候變遷已對人類生存造成威脅，呼籲與會各國應積極履行各減緩行動，此外，並提出各國應重視低度開發國家(特別是非洲地區國家)參與清潔發展機制(CDM)的機會，隨後的聯合國秘書長安南(Annan)在大會發表的演說中，亦呼應前者，提出「奈洛比架構」(Nairobi Framework)，目的在於促進非洲國家參與清潔發展機制。

過去一年來，CDM 的發展相當快速，至 2006 年 10 月則已有 388 件

CDM 計畫成功登錄，合計約有 100,435,482 噸 CERs。其中，印度是完成登錄件數最多的地主國(開發中國家)，合計 120 件，約占目前完成登錄件數的 30.9%，排名前五名的其它國家依序分別為巴西(15.6%)、墨西哥(11.1%)、中國(7.5%)與智利(3.6%)，前五名國家總登錄數合計達 282 件，約占全部登錄件數的 72.3%，見表 6-1。荷蘭是投資國當中登錄件數最多的國家，已成功登錄 86 件，約占全部登錄總數的 30.1%，其餘排放前五名的投資國依序分別為英國(28.0%)、日本(10.5%)、瑞士(5.6%)與西班牙(4.6%)，排名前五名投資國總登錄件數合計 255 件，約占全部登錄件數的 60.0%，見表 6-1，可見上開五國對全球 CDM 計畫推動的影響力。

表 6-1. CDM 登錄件數排放前五名國家比較

排名	地主國		投資國	
	國家	件數	國家	件數
1	印度	120(30.9%)	荷蘭	86(30.1%)
2	巴西	76(15.6%)	英國	80(28.0%)
3	墨西哥	43(11.1%)	日本	30(10.5%)
4	中國	29(7.5%)	瑞士	16(5.6%)
5	智利	14(3.6%)	西班牙	13(4.6%)
合計	282(72.3%)		255(60.0%)	

註：至 2006 年 11 月 6 日止，合計登錄 388 件。

資料來源：本研究整理自 UNFCCC(2006)

若從登錄的 CERs 總數統計分析，中國已成功登錄 45,588,387 公噸 CERs，占總登錄數的 45.4%，將近一半的登錄 CERs 為中國持有，排名前五名的其它國家依序分別為巴西(14.8%)、印度(11.8%)、韓國(11.0%)與墨西哥(4.6%)，前五名國家總登錄數合計達 88,030,280 公噸 CERs，約占全部登錄件數的 87.6%，見表 6-2，可見目前發展的 CDM 計畫幾乎為上開五國所壟斷。其中，韓國雖然僅有 7 件 CDM 計畫，然而，有兩件屬於高溫室潛勢氣體(N₂O 與 HFC)，其溫室氣體減量當量非常可觀，合計約達到 10,915,000 噸 CO₂ 當量，占韓國總登錄書 11,085,301 公噸的 98.5%，可大幅疏解韓國半導體產業溫室氣體減量壓力，反映至國際市場競爭力的維持，如果我國沒有及早擬定適當的因應策略，未來相關產業與韓國在國際市場的相對競爭力將逐漸衰退。

若比較登錄之 CDM 活動項目，則以能源部門推動的再生能源計畫案最多，合計有 250 件，約占 47.9%，其次是廢棄物處理的 CDM 計畫，合計有 128 件，約占 24.5%，見表 6-3。兩種活動項目合計約占 72.4%，可見上開種 CDM 計畫是最具潛力的發展型態，值得我國未來推動 CDM 計畫之

參考。

表 6-2. CDM 登錄 CERs 排放前五名國家比較

排名	國家	CER(公噸)	占比(100)
1	中國	45,588,387	45.4
2	巴西	14,868,331	14.8
3	印度	11,839,754	11.8
4	韓國	11,085,301	11.0
5	墨西哥	4,648,507	4.6
合計		88,030,280	87.6

註：至 2006 年 11 月 6 日止，合計登錄 100,435,482 噸 CERs。

資料來源：本研究整理自 UNFCCC(2006)

表 6-3. CDM 登錄活動型態分配比較

排名	活動型態	件數(件)	占比(100)
1	能源產業(再生能源)	250	47.9
2	廢棄物處理	128	24.5
3	農業	71	13.6
4	製造業	27	5.2
5	燃料揮發排放	25	4.8
6	生產揮發排放	10	1.9
7	能源需求	8	1.5
8	化學產業	3	0.6

資料來源：本研究整理自 UNFCCC(2006)

6.3 台灣參與國際碳基金的可行性

參與 CDM 計畫的型態具多元化，包括單邊、雙邊、多邊及碳基金等模式，其中，投資國際碳基金，再透過碳基金投資最具市場潛力的 CDM 標的，並分享 CERs，由於碳基金屬於「間接參與 CDM」方式，而且可投資多項標的物，分散風險，是近年來逐漸受到重視的 CDM 參與方式。

一、世界銀行碳基金

世界銀行的「原型碳基金」(Prototype Carbon Fund, PCF)，⁶⁵是全球最早成立的碳基金，見表 6-4，目前已累積 180 百萬美元(2006/11)基金規模，此外，世界銀行亦與荷蘭 CDM 機構進行合作(始於 2002 年 5 月)，荷蘭政府透過世界銀行的融資，與全球開發中國家進行 CDM 計畫，目前該基金已累積至 264.7 百萬美元(2006/11)。由於荷蘭政府在世界銀行持有兩項碳基金，並積極利用該基金尋求 CDM 投資標的，目前登錄於荷蘭政府名下的 CDM 計畫件數排名全球第一，相信與基金的發展有緊密關係。

表6-4. 國際碳基金比較

基金名稱	成立日期	基金性質	基金規模 (百萬美元)
原型碳基金	2000/04	1. 全球第一個碳基金 2. 溫室氣體減量投資	180
生態碳基金	2004/05	1. 投資森林管理與生態(生物多樣性)保育產生的碳匯	53.8
社群發展基金	2003/03	1. 由於國際排放交易協會(IETA)與UNFCCC籌設成立 2. 投資較貧窮開發中國家的碳減量活動	128.6
義大利碳基金	2003/秋季	1. 世界銀行與義大利環境部共同成立 2. 投資CDM與JI	155.6
丹麥碳基金	2005/01	1. 由丹麥外交部與環境部成立與五個私部門公司共同成立	68.5
西班牙碳基金	2004	1. 由西班牙環境部與世界銀行共同成立 2. 投資CDM與JI	278.6
荷蘭CDM機構	2002/05	1. 由荷蘭與世界銀行共同成立的機構 2. 投資CDM計畫	264.7
荷蘭與歐洲碳機構	2004/08	1. 由荷蘭經濟部、世界銀行與國際金融公司共同成立 2. 投資JI	56
傘國碳基金	-	1. 投資CDM計畫	719

資料來源：本研究整理。

⁶⁵ 世界銀行碳基金成立於 2000 年 4 月。

由於碳基金與一般基金型態一樣，不涉及政治敏感性問題，任何投資者均可參與，因此，這種間接參與方式，是當前台灣參與 CDM 的最可行策略之一。然而，必須進一步瞭解以台灣政府的名義在世界銀行架構下，成立碳基金的可行性，如果答案是否定的，則可直接以個人或企業名義至排放權市場購買排放權，作為未來國內減量抵減的依據。

二、歐洲碳基金

由多家著名金融機構投資設立的歐洲碳基金，該基金設立的目的是為對碳資產進行投資，包括京都議定書之 CDM 與 JI，以及歐盟排放交易的金融產品。歐洲碳基金由兩家歐洲著名銀行(法國信託銀行和比利時/荷蘭富通銀行)在 2005 年 4 月發起設立，並委託 IXIS Environment & Infrastructures 進行管理，基金目前已經成功向多家著名財務投資機構募集約 1.43 億歐元。

歐洲碳基金的創新性在於它整合投資者、管理者、及環境專家之意見，共同參與全球候變遷改善等投資計畫。歐洲碳基金是一家盧森堡註冊投資公司，遵循歐盟共同基金業務所適用的相關法律、規範和監管條款。

歐洲碳基金所參與的投資與交易具有下列特色：

- 碳排放期限：2005~2012；
- 投資計畫規模：每年 5 萬到 200 萬噸二氧化碳當量；
- 彈性定價：固定價格或與歐盟排放交易價格連結；
- 由銀行認可之投資或交易活動；
- 協助管理 CDM 申請費用和流程；
- 技術原因導致無法交付 CERs，不需支付罰金賠償

三、亞洲碳基金

由日本與歐洲能源密集公司(溫室氣體減排需求大)所組成的亞洲碳基金(Asia Carbon Fund)，目的在於尋求適當的投資標的，例如再生能源 CDM 計畫投資，降低減量成本，促進成本有效性的達成。碳基金規模已達到 200 百萬歐元，未來 2~5 年會進行大量投資計畫，投資區域以亞洲的中國與印度為主，投資金額約占基金規模的 50%，其他國家包括馬來西亞、泰國、越南及印尼等東南亞國家。

依據過去投資績效，平均投資報酬率(IRR)超過 15%(不包括 CERs 項

目)，對於太陽能的投資計畫，控制在10%以下，等待未來技術較成熟時，再加碼投資。其他投資標的包括再生能源(生質能、水力、廢水處理、甲烷發電、潮汐發電、離岸風力、CHP(Combined Heat and Power)、CNG(Compress Natural Gas)與LPG(Liquified Petroleum Gas)以及地熱，幾乎涵蓋所有的再生能源發展項目，另外，節約能源及石化產業的HFC23及PFC減量均是計畫投資的項目。

6.4 台灣參與 CDM 計畫的能力建構分析

依據聯合國氣候變化綱要公約之CDM運行法則的規定，僅有締約國有參與CDM的權利，由於台灣並非正式締約國，⁶⁶因此不具參與國際CDM計畫的資格。然而，參與CDM計畫的型態具多元化，其中，參與國際碳基金是最可行的方式，碳基金是屬於「間接參與CDM」

此外，依據行政院最新版(2006/10)的「溫室氣體減量法」第十五條有關溫室氣體排放交易之規定：「核配排放量之事業，應採行減量措施或至中央主管機關指定之交易平台進行交易；跨國減量或交易取得排放額度者，亦得向中央主管機關申請認可」，表示國內廠商參與碳基金取得 CDM 的 CERs 可作為其國內排放量的抵減，將可鼓勵國內廠商參與 CDM 碳基金投資的誘因。

依據國際 CDM 計畫運行，大致上區分為五大步驟，如下：

1. 計畫活動的規劃(planning)：向國家 CDM 管理機構(DNA)提交計畫設計文件(PDD)；
2. 計畫查驗(validation)：由被聯合國 CDM 理事會授權之機構負責計畫文件查驗(包括額外性、基線方法的適宜性及減量信用正確性等)；
3. 計畫通過(approval)：由被授權單位提出通過證明，提交聯合國 CDM 理事會，正式發函通知投資與地主國；
4. 計畫執行(implementation)：計畫提案者每年申報計畫執行進展；
5. 第三單位的查證(verification)與驗證(certification)：透過監測報告，由聯合國 CDM 理事會認證之第三單位查證與驗證排放減量，最後再由聯合國 CDM 理事會核發減量信用證明(CERs)。

⁶⁶ 在聯合國架構下，台灣屬於中國的一部分，而中國是正式的締約國，因此，如果依據聯合國架構，台灣亦屬於非附件一國家。

基於上述的 CDM 運行方式，台灣為因應未來參與國際 CDM 計畫的機會，國內應有加速進行下列工作的推展：

1. 步驟一：確認減排量：應建立各產業部門的能源與溫室氣體排放資料庫(包括裝置設備、設備特性、效率(質量/熱)(mass/heat))及先進技術，作為核配部門能源減量目標；
2. 步驟二：推動能源密集產業試辦計畫，此階段目的在於建立排放減量評估機制，並進入登錄系。基於此，政府相關部門應與能源密集企業協商出一套標準的基線與監測方法論，促進「做中學」的穩定進展
3. 步驟三：導入國內排放交易制度與國際 CDM 計畫，為達到產業部門成本有效之目的，並著手設計國內排放交易制度及試辦小規模的交易制度。

綜合上述分析，台灣要參與國際CDM計畫必須建立基本能力，包括：

■ 制定台灣CDM運行辦法

建立CDM的法制條件，作為推動國內CDM計畫的基礎。

■ 加速成立「CDM 國家管理機構」

國際 CDM 計畫已如火如荼開展，為促進與國際 CDM 計畫接軌，國內應成立「CDM 管理機構」(Designated National Authority, DNA)，作為國內 CDM 計畫申請、認證與管理單位，促進未來國內 CDM 計畫的推動。

■ 落實盤查與登錄制度

加速盤查制度的普及，以及盤查資料的查證與驗證機制，達到真正落實「登錄制度」之精神，以利自願性減量、排放交易制度及 CDM 計畫的推動。

■ 及早試辦國內廠商間的 CDM 計畫

短期間內，台灣雖然無法參與國際CDM計畫，然而，台灣不應喪失該機會所產生的成本有效，因此，台灣應加速推動境內的CDM計畫，促進「做中學」(learning by doing)的穩定發展，提升台灣整體執行CDM計畫的能力。

規劃台灣推動CDM計畫之能力建構如圖6-1所示：

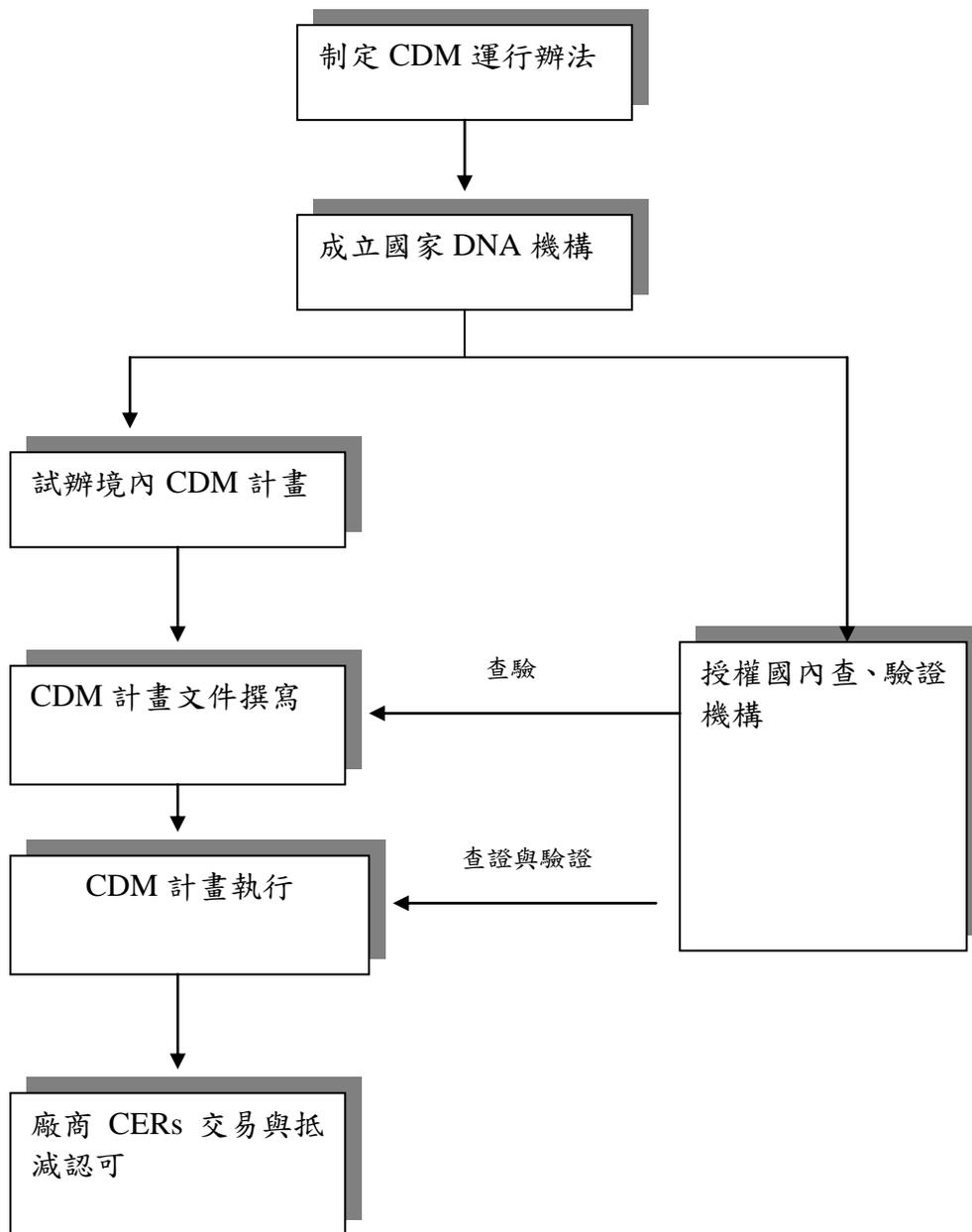


圖 6-1. 台灣推動 CDM 計畫之能力建構架構

6.5 台灣參與 CDM 計畫的可行性分析

在現有國際 CDM 運行法則下，台灣無法參與京都機制下的 CDM 計畫，

因此，有無替代方案，例如參與非京都機制方式，⁶⁷可適用台灣的條件，是本節要討論的重點。在內容安排上，本節首先分析台灣參與CDM的優勢(strength)、劣勢(weakness)、機會(opportunity)與威脅(threat)(SWOT)分析，其次分析台灣參與自願性減量市場的可行性。

本節將根據將依據國際 CDM 運行方式與台灣特殊國際政治地位，以 SWOT 分析法，進行台灣參與 CDM 之優劣勢，以及機會和威脅之探討，以瞭解台灣產業參與 CDM 計畫之潛力。有關 SWOT 特性分析如下：

(一)優勢

- 依據「溫室氣體減量法」之規定，廠商參與 CDM 計畫所獲得之 CERs，可以做為其國內排放 CO₂ 的抵減信用，提高廠商參與 CDM 之誘因。
- 台灣廠商國際化程度高，容易接受及處理跨國家的 CDM 投資計畫案。
- 大陸是 CDM 投資計畫的主要市場，容易透過台商在大陸的投資機會與經驗，取得大陸 CDM 計畫的競爭優勢。
- 國內已建立溫室氣體盤查機制，有利國際 CDM 計畫的參與。

(二)劣勢

- 由於台灣國際地位特殊，且兩岸政治立場不一致與缺乏溝通管道，提高國外廠商至台灣投資 CDM 計畫的風險，不利台灣成為 CDM 地主國。
- 台灣產業溫室氣體登錄系統尚未建制完成，廠商溫室氣體排放帳缺乏查證與驗證，CDM 投資計畫的交易成本高。
- 台灣產業尚未有參與的經驗，相關知識與認知缺乏，不利 CDM 計畫推動。

(三)機會

- 藉助台灣與中南美洲的邦交，進行 CDM 的綠色外交，並利用中南美洲邦交國的名義，申請單國 CDM 計畫，國內投資廠商(例如台電至宏都拉斯投資水力電廠)再與邦交國簽署 CERs 轉讓協

⁶⁷ 美國中部各州推動之自願減量計畫，於芝加哥交易所進行減量信用交易，即是目前國際上最主要的自願減量交易市場的代表。

定，待 CDM 計畫登錄成功，再依協定移轉 CERs 至國內投資廠商。

- 歐洲的排放交易市場已啟動，台灣產業可至歐洲國家(例如荷蘭)開設「二氧化碳帳」，可直接至市場購買參與 CERs，並將獲得的 CERs 作為國內排放量的抵減。
- 台灣廠商可參與全球各種型態的碳基金，透過碳基金的方式，掌握 CDM 計畫可獲得的 CERs，並藉由碳基金投資機會，掌握相關 CDM 計畫知識。
- 台灣可參與美國「自願減量計畫」，透過該計畫，一方面連結國內自願性減量計畫與國際接軌，另一方面亦可參與南美洲的 CDM 計畫，達到實質參與 CDM 計畫之意義。

(四)威脅

- 國外廠商透過 CDM 計畫，提升其技術層級及降低生產成本，降低我國產業產品的國際競爭優勢。
- 台灣不參與國際 CDM 計畫，提高台灣溫室氣體減量成本，降低台灣溫室氣體減量能力，不利台灣永續發展。
- 透過 CDM 計畫，可以提升地主國溫室氣體的調適能力，台灣無法參與 CDM 計畫，降低台灣對氣候變遷的調適能力，提高台灣的脆弱性。

彙整上述分析結果於表 6-5。

表 6-5. 我國產業參與 CDM 之 SWOT 分析

優勢	劣勢
<ul style="list-style-type: none"> ■ 依據「溫室氣體減量法」之規定，廠商參與 CDM 計畫所獲得之 CERs，可以做為其國內排放 CO₂ 的抵減信用，提高廠商參與 CDM 之誘因； ■ 台灣廠商國際化程度高，容易接受及處理跨國家的 CDM 投資計畫案； ■ 大陸是 CDM 投資計畫的主要市場，容易透過台商在大陸的投資機會與經驗，取得大陸 CDM 計畫的 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 由於台灣國際地位特殊，且兩岸政治立場不一致與缺乏溝通管道，提高國外廠商至台灣投資 CDM 計畫的風險，不利台灣成為 CDM 地主國； ■ 台灣產業溫室氣體登錄系統尚未建制完成，廠商溫室氣體排放帳缺乏查證與驗證，CDM 投資計畫的交易成本高； ■ 台灣產業尚未有參與的經驗，相關知識與認知缺乏，不利 CDM 計畫

<p>競爭優勢；</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 國內已建立溫室氣體盤查機制，有利國際 CDM 計畫的參與。 	<p>推動。</p>
<p>機會</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 藉助台灣與中南美洲的邦交，進行 CDM 的綠色外交，並利用中南美洲邦交國的名義，申請單國 CDM 計畫，國內投資廠商(例如台電至宏都拉斯投資水力電廠)再與邦交國簽署 CERs 轉讓協定，待 CDM 計畫登錄成功，再依協定移轉 CERs 至國內投資廠商； ■ 歐洲的排放交易市場已啟動，台灣產業可至歐洲國家(例如荷蘭)開設「二氧化碳帳」，可直接至市場購買參與 CERs，並將獲得的 CERs 作為國內排放量的抵減； ■ 台灣廠商可參與全球各種型態的碳基金，透過碳基金的方式，掌握 CDM 計畫可獲得的 CERs，並藉由碳基金投資機會，掌握相關 CDM 計畫知識； ■ 台灣可參與美國「自願減量計畫」，透過該計畫，一方面連結國內自願性減量計畫與國際接軌，另一方面亦可參與南美洲的 CDM 計畫，達到實質參與 CDM 計畫之意義。 	<p>威脅</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 國外廠商透過 CDM 計畫，提升其技術層級及降低生產成本，降低我國產業產品的國際競爭優勢； ■ 台灣不易參與國際 CDM 計畫，提高台灣溫室氣體減量成本，降低台灣溫室氣體減量能力，不利台灣永續發展； ■ 透過 CDM 計畫，可以提升地主國溫室氣體的調適能力，台灣無法參與 CDM 計畫，降低台灣對氣候變遷的調適能力，提高台灣的脆弱性。

資料來源：本研究整理

6.6 本章結語

1. 台灣參與 CDM 能力建構尚不完備

台灣對於 CDM 的組織架構與運行法則尚未建構，例如國家管理機構(DNA)，缺乏推動國內產業參與國際 CDM 計畫的驅動力。

2. 產業溫室氣體排放盤查資料無法正確掌握

由於國內產業溫室氣體盤查資料，並未進行必要的查證與驗證程序，因此，無法正確掌握溫室氣體排放量資料，成為台灣參與 CDM 的限制條件之一。

3. 台灣成為 CDM 被投資國的機會低

附件一國家至台灣進行的 CDM 投資計畫必須透過中國政府至聯合國 CDM 秘書處申請與登錄，受到台灣與中國大陸的政治環境影響，提高附件一國家投資台灣 CDM 計畫的風險與不確定性，降低投資意願，喪失先進國家資金與技術移轉至台灣的機會。

4. 台灣參與碳基金是可行管道之一

國際碳基金的種類相當多，而且歡迎各國參與，透過碳基金方式產生間接參與 CDM 計畫的機會，掌握有效的 CERs，作為管理碳風險的策略。

5. 產業可至歐洲開設二氧化碳帳

台灣產業或個人可至歐洲國家開立二氧化碳帳，即可直接以個人或企業名義至排放權市場購買排放權，儲存 CERs，作為未來國內減量抵減的依據。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本研究的研究成果可歸納為以下四個面向：(1)能源稅之 3E 影響評估、(2) CO₂ 減量之 3E 影響評估、(3) 我國推動清潔發展機制 (CDM) 的可行性、(4) 我國推動排放交易的問題與利基、(5) 提供聯合國氣候變化綱要公約最新發展情勢的月報、(6) 舉辦研討會二次、(7) 完成「碳經濟」出刊四期。茲分別摘述主要結論如下：

7.1.1 能源稅之 3E 影響評估

(一) 能源稅條例之稅基仍以現存貨物稅之油氣類產品為主，並逐年調高原有之貨物稅稅率，而稅率之訂定又缺乏明確的理論與科學基礎，故有變相加稅之譏。由於合理稅率的訂定可提高資源配置效率，降低經濟衝擊，甚至可能促成雙紅利，故未來仍須加強單位稅額之訂定原則的理論與實務研究。

(二) 開徵能源稅能否達到雙紅利效果，與稅率結構之合理性、國家之產業結構及能源結構、以及稅收處置方式等因素均有密切關聯。

(三) WA2 相對於 WA1，CH2 相對於 CH1，都具有顯著的比較利益，顯見適當的稅率及稅收處置方式，攸關能源稅的成本與效益。

(四) 就能源稅的 CO₂ 減量效果而言，各版本之單位減量成本都將高於開徵碳稅的減量成本 (EY2 除外)。就這一點來說，就排放量課稅仍優於就投入課稅 (此與國外文獻的多數論點一致)。不過，碳稅的仍具有許多政治及社會上的阻力，相對於能源稅的執行 (行政) 成本也可能較高。如果各項障礙得以排除，碳稅仍不失為具有成本有效性的政策工具。

(五) 能源稅版本的選擇，繫乎決策者對於經濟衝擊、就業影響、減量成本、以及減量效果等指標的政治偏好權數。第二重紅利是否存在並非開徵能源稅的必要條件。

(六) 開徵能源稅時，必須通盤檢討現有相關租稅的必要性與合理性 (例如石油基金、空污費等)，同時亦可檢討開徵碳稅的相對利弊。換言之，對於多種相同性質與功能的經濟工具，必須進行較深入的利弊評估和整合分析，才能發揮更大的正面效果。

(七) 影響評估應慎選適當的模型。綜觀國際間對於環境稅之衝擊的評估方法，動態 CGE 最為普遍。為提升評估結果的精確性，應從模型架構、方法論、及資料等層面加以改善，輔以不同評估方法的結果做為對照和判斷，並提升研究人力的素質。

7.1.2 CO₂ 減量之 3E 影響評估

本計畫執行期間，委託單位曾提出多種減量情境，從最早不含兩大投資案，到考慮兩大投資案，其間還涉及基線的重新調整、國際能源價格的巨幅上漲，因此工作壓力至為沈重，著實經過極為費時費力的評估歷程始告完成。茲分述結論如下：

一、不考慮兩大投資案的減量情境

首先考慮三種減量情境如下：

- (1) CT1：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬噸。
- (2) CT2：從 2016 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬噸。
- (3) CT3：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準。

由於目標年均為 2025 年，其與減量起始年（2011 或 2016）相距僅為 14 年（或 9 年），故在現有核電廠如期除役的情境下，減量衝擊之大不難想像；事實上評估結果顯示，在既有核電廠如期除役的情境下，2025 年以後的經濟衝擊將持續擴大。因此，另外考慮兩種不除役的情境，並分別在 2025 年及 2030 年將排放量減至 2005 年的水準，此即：

- (4) CT4：從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 2005 年之排放水準，但核 123 未除役。
- (5) CT5：從 2011 年起開始減量，於 2030 年減至 2005 年之排放水準，但核 123 未除役。

（一）對 GDP 成長率的影響：

在既有核電廠如期除役的情境下，可得以下結論：

- (1) 經濟衝擊隨減量幅度提高而以遞增速度增加，且隨時間經過而擴大。
- (2) 及早減量或拉長減量期程均可舒緩後期的經濟衝擊。
- (3) CT3 的衝擊顯非經濟體系所能承受，故其經濟可行性較低，除非未來的低探的能源科技有突破性創新，且其技術效率與使用成本遠低於基準情境。

(4) 既有核電除役對上述衝擊極具關鍵性角色。若能延後除役，可望降低各情境的衝擊。

如果既有核電廠延後除役(如 CT4 與 CT5)，則在相同的減量目標下(亦即回歸 2005 年之排放量)，延後除役對於舒解 CO₂ 減量之經濟衝擊的助益確實不容忽視。值得重視的現象是，在既定的減量目標下，無論是 CT4 或 CT5，對 GDP 成長率的影響委實可觀(前者在 2025 年僅達 0.99%，後者則為 1.46%)，如欲改善此一困境，勢須有效推動有助於經濟成長與排放量脫鈎的相關策略。

(二) 對 GDP 損失率及人均 GDP 的影響

GDP 損失率亦隨時間經過而逐漸擴大，在 2025 年，CT1 與 CT3 之 GDP 損失率分別為 5.92% 與 21.67%。

若從人均 GDP 的損失額來說，在 2011 至 2025 年間，CT1、CT2、及 CT3 的人均 GDP 損失額分別為 13.2 千元、18.8 千元、及 51.1 千元。

二、考慮兩大投資案的情境

由於兩大投資案是否推動，對減量的衝擊關係重大，因此，本計畫應委託單位的要求，在考慮兩大投資案的情況下，重新評估兩個減量目標：在 2025 年將排放量減至 257 或 372 百萬公噸。

在評估 CO₂ 減量之 3E 影響評估時，吾人考慮兩大投資案之有無、以及既有核電廠是否延役而設定如下之減量情境。此與先前模擬評估之的基準情的最大不同有二：(1) 國際能源預測值的更新(見表 2-37)；(2) 消費者物價指數改外生為內生求解。

核電廠	無二大投資		有二大投資	
	減量至 372	減量至 257	減量至 372	減量至 257
核能正常 除役	372.25-ND	257.25-ND	372.25-IN-ND	257.25-IN-ND
核能延役	372.25-NE	257.25-NE	372.25-IN-NE	257.25-IN-NE

茲分別說明各情境下之減量衝擊的評估結果。

(一) 對 GDP 成長率之影響

在既有核電廠正常除役下，且考慮二大投資時，GDP 成長率的基線及三種減量情境下之 GDP 成長率如表 3-16 及圖 3-27、圖 3-28 所示。由此可得以下結論：

(1) 在包含二大投資及核能延役 (IN-NE) 的情況下 GDP 成長率為最高，其 GDP 成長率大小關係依序為 IN-NE、NE、IN-ND、ND。

(2) 隨著時間 GDP 成長率呈緩慢的下降，直至 2025 年後才劇烈的上升，原因為 2025 年後已無減量之壓力，故 GDP 成長率呈劇烈上升。

(3) 以情境 257.25-ND 及 372.25-ND 來說，前者 GDP 成長率下降幅度大於後者，原因為後者減量壓力較小，故 GDP 成長率較高，但在核能延役下 (情境 257.25-NE 及 372.25-NE)，GDP 成長率均高於核能正常除役的情境。

(4) 及早減量或拉長減量期程均可舒緩後期的經濟衝擊。

(5) 257.25-ND 所帶來的衝擊非經濟體系所能承受，故其經濟可行性較低，除非未來的低碳能源科技有突破性創新，且其技術效率與使用成本遠低於基準情境。儘管加入二大投資後，情境 257.25-IN-ND 之 GDP 成長率依然為負，但在核能延役下，情境 257.25-IN-NE 之 GDP 成長率可達正值，故吾人可知核能是否延役對總體經濟體系有著莫大影響。

(6) 既有核電除役對上述衝擊極具關鍵性角色。若能延後除役，可望降低各情境的衝擊。

(7) 核能延役及二大投資對 GDP 成長率有著正向的影響。

(二) 對 GDP 損失率之影響

GDP 損失率隨著時間經過而增加，減量愈多對 GDP 損失率的負面影響愈大，包含二大投資案之情境的影響最劇，在 2025 年時，情境 372.25-NE 的 GDP 損失率最輕(-2.55%)，情境 257.25-IN-ND 影響最大(-83.1%)。

(三) 對人均 GDP 之影響

在情境 257.25-ND 在 2025 年時人均 GDP 最低(753.88 千元)，情境 372.25-IN-NE 最高(1048.64 千元)，換言之，二大投資及核能延役對人均 GDP 有著正面之影響。

7.1.3 我國推 CDM 的可行性

(一) 台灣參與 CDM 能力建構尚不完備

台灣對於 CDM 的組織架構與運行法則尚未建構，例如國家管理機構 (DNA)，缺乏推動國內產業參與國際 CDM 計畫的驅動力。

(二) 產業溫室氣體排放盤查資料無法正確掌握

由於國內產業溫室氣體盤查資料，並未進行必要的查證與驗證程序，因此，無法正確掌握溫室氣體排放量資料，成為台灣參與 CDM 的限制條件之一。

(三) 台灣成為 CDM 被投資國的機會低

附件一國家至台灣進行的 CDM 投資計畫必須透過中國政府至聯合國 CDM 祕書處申請與登錄，受到台灣與中國大陸的政治環境影響，提高附件一國家投資台灣 CDM 計畫的風險與不確定性，降低投資意願，喪失先進國家資金與技術移轉至台灣的機會。

(四) 台灣參與碳基金是可行管道之一

國際碳基金的種類相當多，而且歡迎各國參與，透過碳基金方式產生間接參與 CDM 計畫的機會，掌握有效的 CERs，作為管理碳風險的策略。

(五) 產業可至歐洲開設二氧化碳帳

台灣產業或個人可至歐洲國家開立二氧化碳帳，即可直接以個人或企業名義至排放權市場購買排放權，儲存 CERs，作為未來國內減量抵減的依據。

7.1.4 我國推動排放交易的問題與利基

一、溫室氣體總量管制之最適路徑

本研究以動態最適化方法，結合理論與數值模擬分析，探討在既定的減量目標規範下，國家之排放量及減量時間路徑應如何決定，以達總減量成本極小化之目標。本研究理論定性結果顯示，影響排放量及減量時間路徑的因素包括基線排放量成長率、期末排放量管制目標以及期末技術減量目標等三項，給定其他條件相同下，當基線排放量成長率較高，或是所設定的期末排放量管制目標、期末技術減量目標較低時，最適行為減量水準應較高；然上述因素變動對技術減量水準之影響效果具不確定性，因此亦無法判斷其對排放量路徑之影響。

基此，本文進一步從事數值模擬分析，模擬基準情境設定為「從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 361 百萬公噸」，結果顯示，技術減量及行為減量水準隨時間經過而上升，而實際排放量在 2022 年前逐年上升，至 2022 年達到最高水準，爾後逐年下降。給定其他條件不變下，上列三項因素對排放量及減量時間路徑的影響效果如下：(1) 當基線排放量成長率上升時，各年度基線排放量、技術減量及行為減量水準均增加，惟減量水準上升幅度大於基線排放量上升幅度，因此實際排放量較基準情境為低；(2) 當期末排放量管制目標上升（較寬鬆）時，會有較低的技術減量及行為減量水準，在基線排放量不變的情況下，實際排放量較基準情境為高；(3) 當期末技術減量目標上升時，各年度行為減量水準均下降，技術減量水準之變動方向則不一定，不過大抵上而言，會有較低的技術減量水準，在基線排放量不變的情況下，實際排放量較基準情境為高。

二、影響排放交易市場之運作效率的因素

理論上排放交易是可達到成本有效性之目標。然而在實際執行上，排放交易並不必然具備效率性；文獻中對於影響排放交易效率的因素有諸多著墨，主要可區分為「市場力量 (market power)」、「交易成本」、以及「市場進入障礙」三項。

三、我國與主要國家邊際減量成本之比較

排放交易之所以具有效率性乃是由於廠商間的減量技術存在異質性，廠商之間的異質性愈高，則因排放交易所獲致之效率利得 (efficiency gains) 也就愈為顯著。廠商減量技術之優劣將反映於減量成本上。

為瞭解我國與其他國家邊際減量成本之差異，本研究利用 GTAP-E 模型 (Burniaux and Truong, 2002)，以及其第六版資料庫 (基期年為 2001 年)，推估台灣及其他九個主要國家的邊際減量成本曲線，這些國家包括澳洲、

中國大陸、日本、南韓、馬來西亞、新加坡、加拿大、美國與歐盟，推估結果顯示，碳減量之邊際成本隨減量數量增加而上升，並非一固定常數。在給定相同的碳排放減量水準下，減量成本由高而低依序為新加坡、馬來西亞、台灣、南韓、澳洲、加拿大、日本、歐盟、中國大陸、美國。

在給定相同的碳排放減量水準下，由於台灣的邊際減量成本相對較高，若欲以價格競爭方式爭取成為國際市場中的主要賣方，可行性並不大；而唯一最有可能的潛在買方對象為日本，未來應密切掌握日本碳交易體系發展之動態，思索建立雙邊碳交易市場的可行性。另一方面，我國邊際減量成本相對較高的事實，也意謂著我國若面對國際溫室氣體減量規範時，將付出相當大的經濟成本，因此未來宜積極爭取加入國際排放交易體系，並著重於節約能源及提升能源技術效率等研究發展工作，以降低對國內因溫室氣體減量所造成之經濟衝擊。

四、我國推動排放交易的利基

吾人利用 TAIGEM-III 模型，將模擬情境設定為「從 2011 年起開始減量，於 2025 年減至 371 百萬公噸」，比較在相同碳稅水準下，我國主要六大耗能產業（包括其他非金屬製品、造紙與紙製品、鋼鐵業、輸配電業、人造纖維、以及石化業）的減量成本之差異，模擬結果顯示：六大耗能產業的 CO₂ 減量數量由高而低依序為其他非金屬製品、石化業、鋼鐵業、人造纖維、造紙與紙製品、輸配電業。

易言之，在所有耗能產業中，輸配電業、造紙與紙製品的減量成本相對較高，而各減量部門的成本存在顯著差異，意謂著我國若施行排放交易，將有助於降低國內溫室氣體減量成本。

7.1.5 溫室起體減量之國際發展情勢

為掌握溫室氣體減量的國際情勢，本研究除針對當前若干國家及組織所提出的重大策略報告外，亦按月提出重要的發展資訊，詳見附件三。

7.1.6 舉辦研討會成果

本計畫執行期間，除就各項政策評估結果舉辦多次說明會與期中報告知外，先後共舉辦二次研討會，各出版論文集一冊。

（一）台灣企業溫室氣體管理與策略論壇

時間：中華民國九十六年七月二十七日
地點：台北世界貿易中心展覽一館第三會議室
(台北市信義路五段五號二樓)

(二) 生物能源、CDM 計畫及排放交易研討會

時間：2007 年 11 月 15 日 (星期四) 上午 9:00
地點：台北大學國際會議廳(台北市民生東路三段 67 號)

7.1.7 「碳經濟」出刊成果

本刊發行以來，定時刊載關於溫室氣體減量策略與經濟衝擊影響評估的最新資訊與研究成果，對於溫室氣體減量政策的研擬極具參考價值，頗受產官學研各界所重視和嘉許。為提供更充實、更周延的資訊，本刊自 2007 年起改版，分別於每年的 2、5、8、11 月出刊，持續以嚴謹、客觀的立場，刊登相關的成果與建言。

本計畫執行期間，本共出版「碳經濟」四期(第 4 期(2007.02)~第七期(2007.11))。

7.2 建議

根據本年度的執行經驗，可從以下幾個面向提出建議：(1) 政策性建議、(2) 模型改善機制、(3) 未來研究議題。茲分述於後。

一、 政策性建議

(一) 關於開徵能源稅部份

1. 能源稅條例中所臚列之各項目的(例如促進能源價格合理化、反映外部成本、提升能源效率、節約能源等)，如果證諸當前的能源政策，不難發現存在諸多自我矛盾的問題，例如：
 - (1) 如為促進能源價格合理化，國內能源價格卻受相當程度的管制，市場機能無法充分發揮，能源市場又遲遲無法民營化。
 - (2) 如為反映外部成本，則已有空污費施行多年，可賴以反映能源使用所造成的空氣污染損害，惟其費率卻未臻合理；至於 CO₂ 排放的外部成本，則是微乎其微(亦即本國排放之邊際損害成本幾近於 0)。再者，各部會也已著手推

動各種可行的減量方案，在現有稅率結構下，能源稅的減量效果著實有限。

基於上述理由，關於開徵能源稅的目的，仍須進一步釐清，至少應搭配適當的配套措施，或進行適當的政策整合，方能合理化能源稅的開徵。

2. 能源稅條例的各種版本均提出能源稅稅率，這些稅率的合理性，均缺乏有效的理論基礎；只要稅率未臻合理，能源稅的潛在效益便要大打折扣。因此，合理稅率的相關研究，仍有待進一步努力。
3. 能源稅條例對於稅收的運用方式，各有主張，共同目標則在於創造更多就業和 GDP（或經濟成長），其中關於補助教育、補助環保等建議，均各有其是，不過，凡此補助的產業關聯效果，仍缺乏翔實可靠的實證數據（或參數），因此，究竟何種支用方式較具優勢，現階段只能立基於情境模擬分析的結果來評斷，其問題則在於這些情境是否與實際情況相符，又含有多大的不確定性？因此，未來對於這些基礎研究，仍有必要採用可行的方法來進行實證分析，以做為諸如雙紅利之後續評估的基礎。

（二）關於溫室氣體減量部份

1. 國內多項研究的結果大都支持我國溫室氣體減量的總體經濟成本遠高於其他先進國家的事實，即使採用國際普遍採用的 GTAP 資料庫和模型，其結果也一樣，而且減量成本隨減量幅度而以遞增的方式增加。因此，在訂定我國減量目標的過程中，絕對不能輕忽高成本的潛在衝擊。更重要的是，減量目標與減量期程應有適當的搭配，如果要提高減量目標，擬達成的目標年便要配合做適當的延長。
2. 溫室效應的舒緩，絕對不是單方減量所能奏效，因此，在減量策略上應重視策略性政策（strategic policy）的規劃，國際合作更是不可或缺的萬靈丹，其中盡一切可能強化與中國的合作，是政府應該予以重視的選項。
3. 目前國內各主管機關所研擬的諸多措施，泰半以減量為主，且因循傳統的減量模式，未來應有的調適措施則甚為少見。因此，前瞻性和創新型之調適策略的研擬，應該是我國在因應溫室效應的當務之急。

(三) 關於總量管制與排放交易

1. 目前我國參與京都議定書框架下的國際排放交易，誠然難以突破，只有寄望此一機制未來可以開放給其他非附件一國家；即便如此，也無法保證台灣可以如願參加。因此，排放交易制度的推動，短期內只能侷限於國內，其潛在效益自然無法樂觀。因此，與其匆忙推動強制性的排放交易制度，不如優先採行自願性的排放交易。
2. 排方交易固有其理論上的優點，但要實現潛在的效益（例如降低減量成本），仍有賴諸多制度性、經濟性、社會性、政治性障礙的排除。因此，政府應深入掌握這些障礙的來源和排除障礙所必要的成本，藉以規劃出有效的配套措施。
3. 排放交易是實施總量管制所不可或缺的配套，如果二者在施行時點上未做適當配合，或有過長的落遲（例如實施總量管制後多年，仍無法實施排放交易），反將造成極大傷害（例如阻礙新興產業的形成與投資意願，無法實現成本有效性的原則等）。因此，動總量管制與排放交易應同步推行，且須待相關制度與介面完備之時。

(四) 關於清潔發展機制（CDM）

1. 目前國內各界對於 CDM 均抱持極為樂觀且積極的態度，努力尋找潛在的商機。本研究顯示，國內各部門的邊際減量成本確實有顯著的差異，因而為排放交易與 CDM 奠定經濟可行的基礎。然而，CDM 計畫及其衍生之減量信用（如 CERs）能否真正對國內減量做出貢獻，則與 CDM 計畫的內容、性質、實施地區、計畫週期內的監管效率等因素有密切關聯。因此，政府應該針對國內現有環境，認定出技術與經濟均屬可行的計畫型態，並根據其減量效益排列出優先順序，以供投資者的參考，並優化執行 CDM 的制度程序與管理機制，藉以有效降低交易成本。
2. 國內許多業者對於不同型態之減量信用（例如 CERs、VERs、ERUs 等）的交易，也展現出至高的興趣。參與這些減量信用的市場交易，固然可望如參與股市或其他金融市場而獲得價差的利益，但是重點仍在於國內業者是否能提出具有利基的 CDM 計畫（如此方有助於國內的減量），因此，CDM 計畫的成本、交易市場之價格水準及其形成機制、方法學（methodology），都是推動此一彈性機制所必須掌握的重要資訊。因此，政府有必要協助業者建置此類資訊的取得與分析能力。

3. 政府應釐清 CDM 計畫與減量政策的關聯性與差異、以及「額外性」(additionality) 的認定。CDM 計畫所衍生的減量信用與政府因推動特定政策所產生的減量效果，本質上有很大不同，不能混為一談，以免產生減量績效之利益歸屬和分配的困擾。舉例而言，政府鼓勵種植能源作物和補貼生物能源（如生質酒精和生質柴油）生產所減少的 CO₂ 排放量，不宜轉換為 CERs 而在生產者或油品使用者間予以分配。

二、 模型改善機制

- (一) 國際能源價格的預測與不確定性。影響國際能源價格的因素很多，未來價格的預測尤為困難，現階段只能援用其他國際組織的預測資料。即便如此，不確定性仍高，因此，未來在建構模型時，實有必要將此一價格的不確定性納入考慮，並進行適當的敏感度分析。
- (二) 國內能源市場的特性。國內能源市場不僅在市場結構上不具有完全競爭的特性，能源價格更常受政策干預而造成市場失靈或政策失靈的現象。因此，在模型結構上如何建立足堪反映市場實況的機制，也是未來應予改善的重點。
- (三) 經濟計量模型的輔助。本計畫所建構的模型是屬於「由上而下」的 CGE 模型，惟其評估結果的統計可檢定性不足，雖可藉由歷史模擬的機制來提升可信度，但仍有必要針對特定變數的決定進行經濟計量模型的推估和預測，以做為對照比較的基礎。因此，未來實有必要選擇重要的變數（例如能源消費、CO₂ 排放量、GDP 成長率、技術進步型態與變動率等），建立可資對照和比較的經濟計量模型。
- (四) 新興科技與產業發展。因應溫室氣體減量，各種新的減量技術、能源科技、以及相關的產業發展，都是至關重要的研發焦點。對於這些新科技的減量成本、投入產出結構、產業關聯效果、以及經濟可行性的分析，都有待進一步加強。因此，如何在模型中建構合理的理論架構和必要的資料庫，也是未來應予強化的重點。
- (五) 個別業者的決策模式建構和實證分析。現有模型對於減量的總體經濟成本雖具有很好的分析能力，但對於排放交易及 CDM 這兩種彈性機制的 3E 評估而言，仍須以個別廠商的減量成本為基礎，因此，未來不僅在模型中要建立此二機制的廠商決策模式，更須經由實地訪查取得個別業者的初級資料，以加強實證分析。

三、 未來研究議題

針對未來的研究議題，本研究團隊建議如下：

1. 航空與航運之減量影響評估和對策。航空與航運的 CO₂ 排放和減量，已在國際社會中引起重視，未來的減量規範可能藉由談判而逐漸浮現。因此，關於航空與航運的減量規範及其影響評估，值得重視。
2. 因應溫室效應之調適策略的影響評估。如前所述，因應溫室效應之調適策略應是我國當前亟待規劃的重點，惟其形式及影響，迄無相關研究可考。
3. 總量管制與排放交易之經濟可行性評估。以個別業者為基礎，評估減量成本、交易規模、市場效益，都是推動排放交易所不可或缺的基礎研究，惟目前亦欠缺相關的實證研究。
4. 減量科技的研發投資與影響評估。根據國內現有科技與產業的利基，認定出具有國際競爭優勢的減量科技，並就投資決策準則、最適投資水準、以及潛在影響等課題，進行評估。
5. 溫室氣體減量相關稅費與補貼的整合研究。目前國內攸關溫室氣體減量的稅費及補貼甚為龐雜，加上再生能源發展條例、溫室氣體減量法、能源稅條例等重大法案推動在即，其間所涉之政策工具的整合方式及其潛在的經濟影響，亦屬重要課題。

參考文獻

一、中文

工商時報 (2006 年 10 月 19 日),「能源稅拍板,汽油每年增 1 元」。

工商時報 (2006 年 10 月 5 日),「銷售稅制喊卡,能源稅將上路」。

中技社 (2007)。「對開徵能源稅議題之建言」,碳經濟,第 4 期,頁 71-73。

中華經濟研究院 (1999 年)。《碳稅 (或能源稅) 制度實施之規劃研究》,經建會委託研究。

王金凱 (1999)。「國外生態稅制改革動向及對我國之啟示」,財稅研究。

王鳳生、陳思慎 (1998)。「開徵空污費之經濟影響評估:CGE 模型的應用」,《溫暖氣體減量之經濟影響評估研討會論文集》,清華大學永續發展研究室。

台經院 (2006)。《京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)》,經建會委託計畫期末報告 (CEPD94030)。

李堅明 (2006),「美國能源法案及租稅抵減」,能源報導,第 11 期,頁 8-11。

徐守正 (2006),「美國 2005 年能源政策法對各類發電技術提供的優惠獎勵措施」。能源報導,第 2 期,頁 31-33。

吳再益 (2007)。「我國課徵能源稅之經濟影響初步評估」,碳經濟,第 5 期 (forthcoming)。

李季芳、邱碧英 (2006)。「能源稅不宜開徵」,產業雜誌,95 年 9 月號。

李堅明、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。

李堅明、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、減量成本及其影響評估:TAIGEM-III 的應用」,臺灣經濟論衡,第三卷第二期,1-49。

易嘉慧 (2006),《污染稅與雙重紅利》,台灣大學經濟學系碩士論文。

林幸君、蘇漢邦、徐世勳 (2005)。「An Economy-wide Analysis of Impacts on Taiwan of Oil Price Increase Using the “Technology Bundle” Approach」,發表於第 9 屆經濟發展學術研討會—生活品質問題探討,國立台北大學經濟學系,台北。

- 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。
- 林幸樺、蘇漢邦 (2006)。「綠色租稅改革與雙重紅利：開徵能源稅之經濟分析」，台灣經濟學會與北美華人經濟學會 2006 年聯合年會論文。
- 林幸樺、蘇漢邦、黃宗煌、李叢禎、曾瓊瑤 (2005)。「國際油價上漲的經濟影響評估：TAIGEM-III 與 GTAP-E 的比較」，經濟部能源局委託計畫成果發表會論文集《永續能源發展與溫室氣體減量：產業衝擊與評估方法》，2005 年 12 月 21 日，台北。
- 林幸樺、蘇漢邦、黃宗煌、林師模 (2006)。「國際油價上漲影響 GDP 的再評估」，碳經濟月刊，第 1 期，頁 20-28。
- 林盈均 (2005)。《能源使用效率之衡量與溫室氣體減量工具的影響》，清華大學經濟系碩士論文。
- 林師模 (1998a)。“Fuel Taxes in Taiwan: Welfare Impacts on Regional and Socioeconomic Groups.” 經濟論文，26(1): 71-100。
- 林師模 (1998b)。「開徵碳稅的福利效果評估：CGE 模型的應用」，《溫暖氣體減量之經濟影響評估研討會論文集》，清華大學永續發展研究室，1998 年 5 月。
- 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。
- 林祖嘉 (2006)。「從能源稅看台灣產業結構調整」，國政分析。
- 財團法人臺灣經濟研究院 (2007)，京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整，行政院經濟建設委員會委託計畫。
- 梁啟源 (2000)。《溫室氣體排放減量無悔政策研擬》，環保署委託計畫期末報告 (EPA-89-FA11-03-262)。
- 梁啟源 (2001)。《油電價格變動對節約能源之影響》，經濟部能源委員會委託研究計畫報告。
- 梁啟源 (2005)。「油價上漲對臺灣經濟之影響」，臺灣經濟金融月刊，41 (11)，頁 1-10。
- 梁啟源 (2007)。《能源稅相關問題之釐清與經濟影響評估》，財政部諮詢專家意見報告。
- 陳維泰 (2000)。《環境稅之雙紅利假說分析》，淡江大學產業經濟學系碩士論文。
- 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)。《再生能源的最適訂價及其福利效果：以生質能為例》，國科會應用科技 (能源科技) 學術合作研究計畫報告。
- 黃宗煌 (2005)。「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 117-125。
- 黃宗煌、林幸樺、蘇漢邦、林師模、李堅明 (2005)。「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、陳谷汎、林師模 (2006)。「國際油價上漲的經濟影響評估」，經濟論衡，第 4 卷第 6 期，頁 1-46。
- 黃宗煌等人 (1997)。《溫室氣體減量策略之經濟評估：最適碳稅稅率及其經濟影響評估》，環保署委託專案研究計畫報告(EPA-86-FA41-09-81)。
- 黃宗煌等人 (1998)。《溫室氣體減量策略之經濟評估：(二) 既有能源價格扭曲效果與合理能源價格結構之研擬》，環保署委託專案研究計畫報告(EPA-87-FA44-03-45)。
- 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。
- 黃宗煌等人 (2006)。《永續能源策略與總體社會經濟關係之研究 (2/2)》，經濟部能源局委辦計畫報告。
- 黃耀輝 (2003)。「一舉兩得的環境財政改革：改善財政和提升綠色所得」，農業與經濟，**30**，頁 80-119。
- 楊子菡、蘇漢邦 (2002)。「綠色租稅改革的租稅福利成本與結構效果」，農業與經濟，**29**，頁 29-54。
- 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。
- 經濟日報 (2006 年 10 月 18 日)。「能源稅決開徵，同步減免銷售稅」。
- 經濟日報 (2006 年 10 月 19 日)。「能源稅定調，燃料課原料不課」。
- 蕭代基、黃耀輝、王京明 (2007)。「推動能源稅之影響評估及應有配套措施之研究」，經建會委託計畫期中報告簡報資料。

環保署，2006年10月，「綠色租稅改革—歐美環境稅的推動現況」，
(www.epa.gov.tw/attachment-file/)。

蘇漢邦 (2005)。《兩稅合一制度對國內經濟與所得之事後影響評估》，台灣大學農業經濟系博士論文。

二、英文

---(1983), "A Study on the Tran slog Model of Aggregate Consumer Demand for Energy in Taiwan", *Academia Economic Papers*, Vol. 11, No. 2, The Institute of Economics, Academia Sinica, pp.167-218. Oates, Wallace E. "Green Taxes: Can We Protect the Environment and Improve the Tax System at the Same Time?" *Southern Economic Journal*, 1995, 61(4), PP. 915-22.

---(1987), "A Study on Energy-Economic Model of Taiwan", *Studies of Modern Economy Series No. 7*, Institute of Economics, Academia Sinica, June.

---(1990), "Impact of Energy Pricing Policies on Consumption Pattern and Household Economic Welfare in Taiwan", *Discussion Paper No.9007*, Institute of Economics, Academia Sinica, July.

---(2000), "The Effect of Carbon Tax and Energy Tax on the Economy of Taiwan," *Journal of Applied Input-Output Analysis*, Vol. 6, pp. 79-105.

---(2002), "The Effect of Renewable Energy Price Supporting Policy on CO₂ Emission and the Economy of Taiwan", Submitted to 5th Annual Conference on Global Economic Analysis, held by National Tsing-Hua University and Purdue University, June 5-7, 2002.

Arrow, K. J. 1962. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." In R. Nelson, ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton NJ: Princeton University Press.

Azar, C., and H. Dowlatabadi. 1999. "A Review of The Treatment of Technical Change in Energy Economics Models." *Annual Review of Energy and The Environment* 24: 513-544.

Böhringer, C., S. Boeters, and M. Feil (2002). "Taxation and Unemployment: An Applied General Equilibrium Approach for Germany." *ZEW Discussion Paper*, 02-39.

Bosello, F. and C. Carraro(2001). "Recycling Energy Taxes: Impacts on a Disaggregated Labour Market." *Energy Economics*, 23: 569-594.

Bosquet, B.(2000). "Environmental Tax Reform: Does it Work? A Survey of the Empirical Evidence." *Ecological Economics*, 34: 19-32.

Bovenberg, A. L. and A. de Mooij (1994). "Environmental Levies and Distortionary

- Taxation,” *American Economic Review*, 94: 1085-1089.
- Bovenberg, A. L. and A. de Mooij (1997). “Environmental Tax Reform and Endogenous Growth.” *Journal of Public Economics*, 63: 207-237.
- Bovenberg, A., G. Lans, J. Johan, and R. A. de Mooij (2000). “Tax Reform and the Dutch Labor Market: An Applied General Equilibrium Approach.” *Journal of Public Economics*, 78, 193-214.
- Burniaux, J-M. and T. P. Truong (2002), “GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model,” GTAP Technical Paper, No.16
- Bye, B (2000). “Environmental Tax Reform and Producer Foresight: An Intertemporal Computable General Equilibrium Analysis.” *Journal of Policy Modeling*, 22(6): 719-752.
- Bergstrom, Theodore C. (1982) , “On Capturing Oil Rents with a National Excise Tax.” *American Economic Review*, Vol. 72, Iss.2, pg.194-201.
- Blanfold, G. J. and L. E. Clarke. 2003. “On The Optimal Allocation of R&D Resources for Climate Change Technology Development.” Working document performed under auspices of U. S. Department of Energy by University of California, UCRL-TR-200982.
- Boston Consulting Group. 1968. Perspectives on Experience. Boston Consulting Group Inc.
- Cadot, O. and B. Sinclair-Desgagne. 1996. “Innovation under the Threat of Stricter Environmental Standards.” in C. Carraro et al., eds., *Environmental Policy and Market Structure*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 151-180.
- Carraro, C. and D. Siniscalaco. 1994. “Environmental Policy Reconsidered: The Role of Technology Innovation.” *European Economic Review* 38: 545-555.
- Carraro, C., M. Gallo and M. Galeotti (1996). “Environmental Taxation and Unemployment: Some Evidence on the Double Dividend Hypothesis in Europe.” *Journal of Public Economics*, 6: 147-182.
- Conrad, K. and A. Löschel(2005). “ Recycling of Eco-Taxes, Labor Market Effects and the True Cost of Labor- A CGE Analysis.” *Journal of Applied Economics*, 8(2): 259-278.
- Deroubaix, J. F. and F. Lévêgue(2006). “The Rise and Fall of French Ecological Tax Reform: Social Acceptability versus Political Feasibility in the Energy Tax Implementation Process.” *Energy Policy*, 24: 940-949.
- Energy Balances of OECD Countries 2002-2003 , OECD/IEA p.56 、 p.60 、 p.108 、 p.120 、 p.136 ◦
- European Commission (2006), *Green Paper*.

- "Environmental Taxes: Recent Developments in Tools for Integration", European Environment Agency, 2000, p.33 、 p.36 、 p.38 ◦
- Edmonds, J. A., J. Clarke, J. J. Dooley, S. H. Kim, S. J. Smith. 2002. "Modeling Greenhouse Gas Energy Technology Responses to Climate Change." Paper read at Sixth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, September 30 – October 4, Kyoto, Japan.
- Edmonds, J., J. M. Roop, and M. J. Scott. 2000. "Technology and the Economics of Climate Change Policy." Pew Center on Global Climate Change Report, Batelle, Washington, DC.
- Fischer, C., I. W. H. Parry and W. A. Pizer. 1998. "Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous." Resources for the Future Discussion Paper 99-04. Resources for the Future, Washington, DC.
- Freeman, A. M. and R. H. Haveman. 1972. "Clean Rhetoric and Dirty Water." *Public Interest* 28: 51-65.
- Giménez, E. L. and M. Rodríguez (2006). "Pigou Dividend versus Ramsey Dividend in the Double Dividend Literature." *Nota Di Lavoro* 85. 2006. <http://www.feem.it/feem/pub/publications/wpapers/default.htm>
- Goulder, L. H.(1995). "Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader Guide." *International Tax and Public Finance*, 2(2): 157-183.
- Goulder, Lawrence H. (1995) , "Environmental Taxation and Duble Dividend: A Reader's Guide", *International Tax and Public Finance* : 157-183.
- Goulder, L. and K. Mathai (2000), "Optimal CO₂ Abatement in the Presence of Induced Technological Change," *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, 1-38.
- Griliches, Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth." *Bell Journal of Economics* 10: 92-116.
- Griliches, Z. 1992. "The Search for R&D Spillovers." *Scandinavian Journal of Economics* 94: S29-S47.
- Grubb, M. 1997. "Technologies, Energy Systems and The Timing of CO₂ Emissions Abatement – An Overview of Economic Issues." *Energy Policy* 25(2): 159-172.
- Grübler, A., N. Nakicenovic, and D. G. Victor. 1999. "Dynamics of Energy Technologies and Global Change." *Energy Policy* 27(5): 247-280.
- Hahn, R. W. (1984), "Market Power and Transferable Property Rights," *The Quarterly Journal of Economics*, 99(4), 753-765

- Ho, Chin-sheun, Lin, Jeff Chien-fu and Wang, Jan-sho (2001), "The Econometric Analysis Trade Relationship in Asia Pacific Area", International Conference on Trade, Investment, and Industrial Policy in the Asia-Pacific Region.
- Ho, Mun S., (2000)," Modeling Trade Policies and U.S. Growth: Some Methodological Issues", Chapter 12 in *Econometrics, Volume 2*, pp327-376, Lawrence J. Lau: MIT Press (eds.).
- Huang, Chung-Huang (2005). "Strategies in Response to Kyoto Protocol." Invited paper presented at the *First Project Networking Meeting on Industrial Transformation in Asia*, Organized by START, United Nations University, Tokyo, January 13.
- Hudson, E.A. and D.W. Jorgenson (1974), "U.S. Energy and Economic Growth, 1975-2000," the *Bell Journal of Economics*, No. 2, Autumn, 1974.
- Ha-Duong, M., M. J. Grubb, and J. C. Hourcade. 1997. "Influence of Socioeconomic Inertia and Uncertainty on Optimal CO₂ Emission Abatement." *Nature* 390: 270-273.
- Hahn, R. W. and R. N. Stavins. 1991. "Incentive-Based Environmental Regulation: A New Era from An Old Idea?" *Ecology Law Quarterly* 18: 1-42.
- Hall, B., A. Jaffe, and M. Trajtenberg. 2000. "Market Value and Patent Citations: A First Look." National Bureau of Economic Research Working Paper No. 7741.
- Hicks, J. R. 1932. *The Theory of Wages*. London: Macmillan.
- IEA (International Energy Agency). 2000. *Experience Curves for Energy Technology Policy*. IEA, Paris.
- Jorgenson, D.W. and Chi-Yuan Liang (1985), "A Study on Energy-Economic Model of Taiwan", Project Report submitted to Energy Committee, Ministry of Economic Affairs.
- Jorgenson, D.W. and D.T. Slesnick (1983), "Individual and Social Cost-of-Living Indexes", in D.W. Diewert and C. Montmarquette (eds.) *Price Level Measurement*, Ottawa, Statistics Canada.
- Jorgenson, D.W. and Wilcoxon P. J. (1993), "Reducing US carbon emissions: An econometric general equilibrium", *Resource and Energy Economics*, Vol. 15, No. 1, pp. 7-25.
- Jaffe, A. B. 1986. "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value." *American Economic Review* 76: 984-1001.
- Jaffe, A. B. 1998. "The Importance of 'Spillovers' in the Policy Mission of the Advanced Technology Program." *Journal of Technology Transfer*, Summer: 11-19.
- Kemp, R. and L. Soete. 1990. "Inside the 'green box': on the Economics of Technological Change and the Environment." In Freeman, C. and L. Soete, eds., *New Explorations in*

the Economics of Technological Change. London: Pinter.

Kline, S. J. and N. Rosenberg. 1986. An Over View Information. In: Lundvall, B. A., Rosenberg, N. (eds.). *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press, Washington: DC.

Kennedy, P.W. (2002), "Optimal Early Action on Greenhouse Gas Emissions," *The Canadian Journal of Economics*, 35(1), 16-35.

Kumbaroğlu, G. S. (2003). "Environmental Taxation and Economic Effects: A Computable General Equilibrium Analysis for Turkey." *Journal of Policy Modeling*, 25: 795-810.

Kuper, G. H.(1996). "The Effect of Energy Taxes on Productivity and Employment: The Case of Netherlands." *Resource and Energy Economics*, 18: 137-159.

Karp, Larry and David M. Newbery (1991) , "Optimal Tariffs on Exhaustible Resources." *Journal of International Economics*, Vol. 30, Iss.2, pg.285-99.

Koutstaal, P. (1997), *Economic Policy and Climate Change: Tradable Permits for Reducing Carbon Emissions*. Lyme. US: Edward Elgar.

Kemp, R. and L. Soete. 1990. "Inside the 'green box': on the Economics of Technological Change and the Environment." In Freeman, C. and L. Soete, eds., *New Explorations in the Economics of Technological Change*. London: Pinter.

Kline, S. J. and N. Rosenberg. 1986. An Over View Information. In: Lundvall, B. A., Rosenberg, N. (eds.). *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press, Washington: DC.

Liang, Chi-Yuan (2002), "The Effect of Carbon Tax on the Economy of Taiwan", mimeograph, Institute of Economics, Academia Sinica.

Liang, Chi-Yuan and Dale W. Jorgenson, (2003), "Effect of Energy Tax on CO₂ Emission and Economic Development of Taiwan, 1999-2020", Robert Mendelsohn, Daigee Shaw and Ching-Cheng Chang (eds.), *Global Warming in the Asian Pacific*, Edward Edgar Publishing Co.

Laffont, J. and J. Tirole. 1996. "Pollution Permits and Compliance Strategies." *Journal of Public Economics* 62: 85-125.

Magat, W. A. 1978. "Pollution Control and Technological Advance: A Dynamic Model of the Firm." *Journal of Environmental Economics and Management* 5: 1-25.

Metcalf, Gilbert E. (2006) , "Federal Tax Policy Towards Energy." NBER Working Paper No. 12568, National Bureau of Economic Research.

McFarland, J., R. John, and H. Howard. 2004. "Representing Energy Technologies in

- Top-Down Economic Models Using Bottom-Up Information.” *Energy Economics* 26: 685-707.
- Neij, L. 1997. “Use of Experience Curves to Analyze the Prospects for Diffusion and Adoption of Renewable Energy Technology.” *Energy Policy* 23: 1099-1107.
- Newell, R. G., A. B. Jaffe, R. N. Stavins. 1999. “The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change.” *Quarterly Journal of Economics* 114(3): 941-975.
- Newell, R. G., A. B. Jaffe, and R. N. Stavins. 2006. “The Effects of Economic and Policy Incentives on Carbon Mitigation Technologies.” *Energy Economics* 28: 563-578.
- Newell, R. G. 1997. *Environmental Policy and Technological Change: The Effects of Economic Incentives and Direct Regulation on Energy-Saving Innovation*. Ph.D. thesis, Harvard University, Cambridge, MA.
- Newbery, David M. (1976) , “A Paradox in Tax Theory: Optimal Tariffs on Exhaustible Resources.” *SEER Technical Paper*, Department of Economics, Stanford University.
- Parry, I. W. H and A. M. Brento (2000). “Tax Deductions, Environmental Policy, and the ‘Double Dividend’ Hypothesis.” *Journal of Environmental Economics and Management*, 39: 67-96.
- Poterba, J.M. (1991) , ”Designing a carbon tax” , *Global Warming : Economic Policy Responses*, MIT Press, Massachusetts.
- Richter, W. F. and K. Schneider (2003). “Energy Taxation: Reasons for Discriminating in Favor of the Production Sector.” *European Economic Review*, 47: 461-476.
- Roson, R. (2003). “Climate Change Policies and Tax Recycling Schemes: Simulations with a Dynamic General Equilibrium Model of the Italian Economy.” *Review of Urban and Regional Development Studies*, 15(1): 26-44.
- Sanstad, A. H. and G. H. Wolff (2000). “Tax Shifting and the Likelihood of Double Dividends: Theoretical and Computational Issues.” http://www.rprogress.org/newpubs/2000/ets_doublediv.pdf.
- Schleiniger, R. (2001). “Money Illusion and the Double Dividend in the Short Run.” Working Paper Series, No. 33, Institution for Empirical Research in Economics, University of Zurich.
- Stavins, R.N. (2003), “Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments,” in K.G. Maler and J. Vincent, eds., *Handbook of Environmental Economics*, Volume I, Chapter 9, pp355-435. Amsterdam: Elsevier Science.
- Scherer, F. M. and D. Harhoff. 2000. “Technology Policy for a World of Skew-Distributed

- Outcomes.” *Research Policy* 29: 559-566.
- Spence, A. M. 1984. “Cost Reduction, Competition and Industry Performance.” *Econometrica* 52(1): 101-121.
- Stavins, R. N. 2001. “Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments.” In K. Mäler and J. Vincent, eds., *Handbook of Environmental Economics*. Amsterdam: Elsevier Science, forthcoming.
- Terkla, David (1984) , The efficiency Value of Effluent Tax Revenues. *Journal of Environmental Environmental Economica and Management* : 107-123.
- UK Defra (2007), *Draft Climate Change Bill*.
- UNFCCC(2006), *UNFCCC/SBI/inf.2*.
- US DOE (2005) , *Nuclear Hydrogen Initiative*. Office of Nuclear Energy, Science and Technology.
- Vehmas, J. (2005). “Energy-Related Taxation as an Environmental Policy Tool—The Finnish Experience 1990-2003.” *Energy Policy*, 33: 2175-2182.
- van Vuuren, D. P. and H. J. M. de Vries. 2001. “Mitigation Scenarios in A World Oriented at Sustainable Development: The Role of Technology, Efficiency and Timing.” *Climate Policy* 1: 189-210.
- van Vuuren, D. P., B. de Vries, B. Eickhout, T. Kram. 2004. “Responses to Technology and Taxes in A Simulated World.” *Energy Economics* 26: 579-601.
- Welsch, H. and E. Viola (2004). “Environmental Fiscal Reform in Germany: A Computable General Equilibrium Analysis.” *Environmental Economics and Policy Studies*, 6(3): 197-219.
- Xepapadeas, A. (1997), *Advanced Principles in Environmental Policy*. Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.
- Wene, C. O. 2000. Experience Curves for Energy Technology Policy. OECD/IEA, Paris.
- Wigley, T. M. L., R. Richels, J. A. Edmonds. 1996. “Economic and Environmental Choices in Stabilisation of Atmospheric CO₂ Concentrations.” *Nature* 369: 240-243.

附件

附件一：辦理研究成果發表會

一、說明

本計畫主要的兩項政策評估為「溫室氣體減量」及「開能源稅」的經濟影響，依據原訂計畫書。擬舉辦兩場專家座談，惟本研究團隊在計畫執行期間，除了多次向委託單位及立法委員陳明真、王塗發簡報成果，並與中華經濟研究院的研究團隊進行多次請益檢討之外，亦先後多次應邀參與其他學術單位舉辦的相關研討會（例如「中技社 96 年度春季環境與能源研討會」（96 年 5 月 23 日）），因此，本計畫在此二議題上的基本論點大都已為外界所洞悉。有鑑於此，經與委託單位協商後，改以辦理具有前瞻性的研討會，選定熱點議題，與國內外知名專家合作，冀能擴大計畫效益。

本計畫在 2007 年一共舉辦兩場研討會（議程如後所示）：

（一）台灣企業溫室氣體管理與策略論壇

時間：中華民國九十六年七月二十七日

地點：台北世界貿易中心展覽一館第三會議室

（台北市信義路五段五號二樓）

（二）生物能源、CDM 計畫及排放交易研討會

時間：2007 年 11 月 15 日（星期四）上午 9:00

地點：台北大學國際會議廳(台北市民生東路三段 67 號)

二、主要成果

（一）「台灣企業溫室氣體管理與策略論壇」係在「2007 台北國際能源環保暨水科技展」期間同步舉辦，採開放性參與方式，到場者多數為參展的產業界人士（也有立法委員及環保團體專家），出席人數超乎原規劃容量，且滿座持續到終場。本研討會現場分發所有講者之簡報資料一冊，演講的精湛內容博得與會人士讚譽，會後來信索取簡報檔案的人數，更是本研究團隊前所未有的愉悅經驗。

台灣企業溫室氣體管理與策略論壇

時間：中華民國九十六年七月二十七日
地點：台北世界貿易中心展覽一館第三會議室
 (台北市信義路五段五號二樓)
主辦單位：台灣經濟研究院、清華大學永續發展研究室

議 程

08:30-09:00	報到	
09:00-09:30	開幕式	
	致歡迎詞：洪德生博士(台灣經濟研究院院長)	
	黃宗煌博士(清華大學經濟系教授)	
09:30-10:10	議題一：IPCC(2007)最新評估報告與國際溫室氣體減量策略 ◆報告人：李堅明博士(台北大學自然資源與環境管理研究所教授)	主持人： 黃宗煌教授
10:10-10:30	茶敘	
10:30-12:00	議題二：台灣溫室氣體減量策略與成本評估 ◆報告人：黃宗煌博士(清華大學經濟系教授) 議題三：產業溫室氣體減量策略 ◆報告人：侯萬善博士(經濟部產業溫室氣體減量推動辦公室主任) 議題四：企業碳資產與價值鏈管理策略 ◆報告人：李堅明博士(台北大學自然資源與環境管理研究所教授)	
	問題與討論	

生物能源、CDM 計畫及排放交易研討會

時間：2007 年 11 月 15 日（星期四）上午 9:00

地點：台北大學國際會議廳(台北市民生東路三段 67 號)

主辦單位：行政院經濟建設委員會

共同主辦單位：核能研究所

協辦單位：台灣電力公司

執行單位：台灣經濟研究院、清華大學永續發展研究室、開南大學運輸觀光學院

8:30-9:00	報到	
9:00-10:40	<ul style="list-style-type: none"> ● 主持人致詞：洪德生 台灣經濟研究院院長 ● 專題演講：蕭代基（中華經濟研究院院長） 台灣推動生物能源的問題與對策 黃宗煌（開南大學運輸觀光學院院長） 生物能源發展之整合策略探討 	
10:40-11:00	休息	
11:00-12:00	I. 生物能源發展策略與外部性評估	主持人
	<ul style="list-style-type: none"> ● 李堅明（台北大學自然資源與環境管理研究所助理教授） 國際生物能源發展與台灣推動策略之研究 	龔明鑫 （台灣經濟研究院副院長）
	<ul style="list-style-type: none"> ● 吳再益（台灣綜合研究院副院長） 生物能源的外部成本與效益 	
	● Q&A	
12:00-13:30	午餐	
13:30-15:10	II. 彈性機制與生物能源發展	主持人
	<ul style="list-style-type: none"> ● 余騰耀（綠色生產力基金會執行長） 我國參與國際清潔發展機制之可行性及推動方向 	郭明朝 （核能研究所副所長）
	<ul style="list-style-type: none"> ● 張四立（台北大學自然資源與環境管理研究所教授） 推動燃料酒精之價格補貼機制探討 	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 李堅明（台北大學自然資源與環境管理研究所助理教授） 排放交易制度設計與產業競爭力之研究 	
● Q&A		
15:10-15:30	休息	
15:30-17:10	III. 產業部門減碳與排放交易	主持人
	<ul style="list-style-type: none"> ● Vazquez AI（Vice President AgCert, Inc.） Large-Scale Industrial Emission Reduction 	黃宗煌 （開南大學運輸觀光學院院長）
	<ul style="list-style-type: none"> ● 石信智（永智顧問公司總經理） 國際排放交易制度發展現況分析 	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 李叢禎（台北大學經濟系所助理教授） 我國產業部門的碳減量成本與排放交易影響 	
● Q&A		

附件二：「碳經濟」出刊成果

「碳經濟月刊」的發行，就是希望為國內各界提供一個論證平台，以科學的、客觀的、理性的、透明的方式，為我國因應碳經濟時代的挑戰貢獻良策。本刊同時發行電子報及書面期刊兩種版本（見圖 A-1 與圖 A-2）。

圖 A-1. 「碳經濟月刊」電子報版面

電子報

編者的話
專題分析
時事評論
研究前緣
政策動態
會議資訊
文獻新報
讀者回饋

碳經濟月刊
Carbon Economy Monthly

行政院經濟建設委員會
台灣經濟研究院

ISSN 1990-7524 第三期 2006年11月

編者的話
發展再生能源為台灣當前因應全球變遷及非核家園的主要策略。根據《能源白皮書》(2002) 第四篇，再生能源發展將依各類再生能源技術發展成熟度，分短、中、長三階段推動。此外，在2005年第二次全國能源會議及2006年國家永續發展會議中，亦均對再生能源發展目標提出建議。綜合言之，台灣未來期望藉由「再生能源發展方案」及「再生能源發展條例」的執行，有效排除推動障礙，並合理反映能源利用之外部成本，帶動國內再生能源相關產業發展，營造永續經營環境，致力達成再生能源發展目標。.....

專題分析
1.台灣發展生質柴油的技術創新
2.中國生質柴油產業發展戰略思考
3.台灣稻作農家農地轉作能源作物的意願分析

時事評論
1.從溫室氣體減量的爭議談低碳經濟與社會轉型的願景
2.再論「浮動油價調整機制」：政府之角色與功能

研究前緣
推廣能源作物與生質柴油之政策效果與整合分析

出國會議報告
1.出席2006年國際能源研討會報告
2.巴西推動燃料酒精經驗出國考察報告

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://chg.tier.org.tw>。
* 本刊歡迎關心溫室氣體減量議題之各界先進暨踴躍賜稿(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，其餘不在此限。

本刊內容共闢有專題分析、時事評論、研究前緣、政策動態等專區，針對攸關溫室氣體減量與經濟發展之關聯的多面向議題，刊登具有建設性與創新性的論述。本刊出刊前即已經取得國際標準期刊序號 (International Standard Serial Number, ISSN)，將每月定期出刊，各期之專題分析亦將鎖定特定議題，進行多面向的分析。舉凡與溫室氣體減量、再生能源發展相關之論文，或對相關議題之政策評論，均屬本刊歡迎的稿件，歡迎各界踴躍來稿發表研究成果與政策性建言，分享政策新知，也歡迎各級政府機關、產業及環保團體、以及關心溫室氣體減量議題之各界賢達，提出建設性與理性的論述。

ISSN 1990-7524

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 台北市實慶路3號
台北市德惠街16-8號7樓

第三期
2006年11月

NO.3 November 2006

專題分析

台灣發展生質柴油的技術創新
林昀輝 李宏台 盧文章

中國生質柴油產業發展戰略思考
冀 星 李黑虎 張小豹 劉京順 冀金平

台灣稻作農家農地轉作能源作物的意願分析
黃瀨儀 詹滿色

時事評論

從溫室氣體減量的爭議
談低碳經濟與社會轉型的願景
林子倫

再論「浮動油價調整機制」：政府之角色與功能
陳詩豪

研究前緣

推廣能源作物與生質柴油之政策效果與整合分析
黃宗煌 陳佩芬

出國會議報告

出席2006年國際能源研討會報告
陳谷汎

巴西推動燃料酒精經驗出國考察報告
李堅明

圖 A-2. 「碳經濟月刊」期刊版封面

本刊發行以來，定時刊載關於溫室氣體減量策略與經濟衝擊影響評估的最新資訊與研究成果，對於溫室氣體減量政策的研擬極具參考價值，頗受產官學研各界所重視和嘉許。為提供更充實、更周延的資訊，本刊自2007年起改版（見圖A-3），分別於每年的2、5、8、11月出刊，持續以嚴謹、客觀的立場，刊登相關的成果與建言，祈請各界一如往昔地厚愛與支持，廣賜稿源，分享真知灼見，共建一個永續發展的無碳經濟社會。

ISSN 1990-7524

碳經濟

CARBON ECONOMY

<p>發行人 何美玥 顧問 張景森 葉明峯 總編輯 洪德生 執行編輯 黃宗煌 洪瑞彬 編輯委員 陳寶瑞 朱麗慧 李堅明 吳再益 林師模 陳家榮 梁啟源 楊豐碩 蔣本基 蕭代基</p> <p>編輯助理 李怡璇 黃婷婷</p> <p>發行單位 行政院經濟建設委員會 執行單位 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</p>	<p>行政院經建會 委託研究成果摘要</p> <p>京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5) 台灣經濟研究院</p> <p>近10年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討 國立台北大學</p> <p>發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響 台灣綜合研究院</p> <p>溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策 台灣綜合研究院</p> <p>溫室氣體減量政策對產業發展之影響及因應對策 中華經濟研究院</p> <p>時事評論</p> <p>對「開徵能源稅」議題之建言 財團法人中技社</p> <p>研究前緣</p> <p>TAIGEM-III的改善重點 清華大學永續發展研究室</p>
---	--

第四期
2007年2月
NO.4 February 2007

圖 A-3. 改版後的「碳經濟」

附件三：聯合國氣候變化綱要公約最新發展情勢

本計畫之工作項目一，在於提供京都議定書國際發展最新情勢，包括：蒐集與分析氣候變化綱要公約及其相關組織之最新發展方向、附件一(如美國、德國、日本、澳洲等)與非附件一國家(如韓國、中國、新加坡等)的因應策略、以及其他國家為因應京都議定書衍生之相關措施。為此，本附件係綜合彙整各月所提報給委託單位的「國際發展動態分析」。

一、聯合國氣候變化綱要公約最新發展情勢(2007/01)

聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)執行秘書帝鮑爾(de Boer)先生於2007年1月22日於印度新德里舉行的「永續發展高峰會議」(Sustainable Development Summit)指出，如果全球缺乏良好的氣候變遷(climate change)合作關係將嚴重傷害全球對抗暖化的努力。其認為導致目前國際協商困境的主要原因在於工業化國家擔心開發中國家不願善盡部分減量責任，導致工業化國家認為僅有工業化國家的努力，亦無法有效達到抑制全球溫室氣體排放的目的，至於開發中國家，則擔心新回合的談判會增加開發中國家的責任，傷害其經濟發展。

帝鮑爾(de Boer)先生認為因應氣候變遷的關鍵課題，取決於政府是否制定驅動經濟體系邁向綠色生產與消費的誘因機制，其特別提出印度政府即是一個成功的範例，目前印度已有155個CDM計畫完成登錄，另有400個CDM計畫正在規劃當中，由於CDM計畫可以促進地主國(host)的永續發展，以及可抵減工業化國家的減量責任，是調合工業化與開發中國家合作減量的重要機制。2005年以後，CDM計畫所產生的排放減量權證(Certified Emission Reductions, CERs)已增加約12倍，而達到15億噸，其規模相當於澳洲、加拿大及荷蘭三個國家一年的總排放量。

此外，為了確保發展中的「碳市場」(carbon market)，應加速「後京都」(post Kyoto)的協商，如果缺乏長期的減量協商承諾，將會提高碳市場風險，屆時將不利全球溫室氣體減量目標的達成。

(資料來源：UNFCCC Executive Secretary: unwarranted fear of eco

conomic hardship the root cause for inaction on climate change, <http://unfccc.int>)

依據聯合國氣候變化綱要公約的「跨政府間的專家小組」(IPCC)於 2007 年 2 月 2 日提出的第四次科學性報告指出，過去 100 年平均溫度已上升 0.74°C，且溫室氣體以當前的趨勢持續排放，未來二十年，平均每十年溫度將增加 0.2°C，至本世紀末(2100 年)，大氣溫室氣體濃度將相較於工業革命前的濃度增加兩倍，平均溫度將上升 3°C。據此報告，聯合國氣候變化綱要公約執行秘書帝鮑爾(de Boer)先生呼籲各國政府，應依據 IPCC 的最新科學性報告，採行更積極的減量政策，不要遲延。此外，國際上應協議工業化國家採行更嚴格的總量管制，並誘導開發中國家限制其排放量，以及加強調適(adaptation)政策與措施的擬定。

英國政府於 2006 年的研究指出，如果全球溫度上升 3°C，將會嚴重衝擊水資源短缺，以及降低作物產量，研究也發現，氣候變遷已抑制開發中國家的經濟與社會的發展。此外，溫度上升造成的壽命縮減，其成本遠高於減量成本。

IPCC 將於 2007 年 5 月於德國波昂舉行的聯合國氣候變化綱要公約會議，向各國政府提出報告，並向各國政府提出相關的政策建議，並將於年底舉行的締約國大會(COP13)之前，將針對三份報告進行綜合性說明。基於此，聯合國氣候變化綱要公約執行秘書再一次要求各國加速因應氣候變遷以及加強國際合作行動，並確信建構市場基礎(market-based)的政府工具將是最具成本有效的因應策略。

(資料來源：UNFCCC Executive Secretary: calls for speedy and decisive international action on climate change , <http://unfccc.int>)

二、聯合國氣候變化綱要公約最新發展情勢 (2007/02)

京都議定書的第五百號清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)已於 2007 年 2 月 12 日完成登錄，該計畫案是由印度提出，裝置容量為 8.75MkW 的風力電廠 CDM 計畫，預計該計畫每年可降低 15,300 噸二氧化碳排放量。

第五百號是一個重要的里程碑，因為京都議定書僅生效兩年，而且第一年(2005 年)僅有不到一百個案件登錄完成，如今正快速起飛之中，意味著，透過國際溫室氣體減量合作計畫，降低全球溫室氣體排放是一個可行方法。

至目前為止，已有超過 40 個國家參與 CDM 計畫，合計約創造 31 百

萬單位排放減量權證(Certified Emission Reductions, CERs)，且每一單位 CERs 相當於一噸二氧化碳。目前尚有 950 個計畫案正在申請登錄，合計約有 11 億噸 CERs，因此，預估至 2012 年約可創造 18 億噸 CERs，相當於加拿大、法國、西班牙及瑞士四個國家一年的二氧化碳排放總量。

(資料來源：Kyoto protocol clean development mechanism passes 500th registered project milestone, <http://unfccc.int>)

已完成登錄之 CDM 件數與國家統計

國家	登錄件數(件)	國家	登錄件數(件)
Argentina	6	Israel	3
Armenia	2	Jamaica	1
Bangladesh	2	Malaysia	12
Bhutan	1	Mexico	73
Bolivia	1	Mongolia	1
Brazil	88	Morocco	3
Cambodia	1	Nepal	2
Chile	14	Nicaragua	2
China	37	Nigeria	1
Colombia	6	Pakistan	1
Costa Rica	2	Panama	4
Cyprus	2	Papua New Guinea	1
Dominican Republic	1	Peru	3
Ecuador	8	Philippines	8
Egypt	2	Republic of Korea	10
El Salvador	2	Republic of Moldova	3
Fiji	1	South Africa	6
Guatemala	5	Sri Lanka	4
Honduras	10	Tunisia	2
India	162	Uganda	1
Indonesia	8	Viet Nam	2

資料來源：UNFCCC(2007).

三、英國、加拿大溫室氣體減量策略最新發展情勢 — 碳預算 (2007/03)

(一) 英國氣候變遷法案

英國政府為達到 2050 年的 60% 溫室氣體減量(相較於 1990 年)目標，邁向低碳經濟社會(low carbon economy)，由英國環境、糧食與鄉村部 (Department of Environment Food and Rural Affairs, DEFRA) 於 2007 年 3 月 13 日提出一份二氧化碳減排管理的氣候變遷法案(Climate Change Bill)草

案，英國環境部秘書 Miliband(2007/03)指出，如果該法案通過，英國將成為全世界第一個設定具法律約束力的碳減排國家。依據該法案的內容，未來政府部門在溫室氣體減量上，將與政府支出行為一樣，必須編制碳減量預算，稱為「碳預算」(Carbon Budget)計畫，而且必須落實預算執行，否則將接受行政處份。有關英國「碳預算」的主要內容如下：

1. 減量目標(相對 1990 年排放量)：2020 年減排 26%-32%；2050 年減排 60%
2. 法律效力：行政部門需承擔法律責任，確保政府貫徹其執行力
3. 滾動目標：每五年設定一個減量目標，且一次提出三個五年計畫，並隨時間而調整目標，碳預算目標以五年作為成效查驗與追蹤期，而非每年查驗，提高執行的彈性
4. 成立氣候變遷委員會：成立一個由專家組成的獨立委員會，追蹤英國溫室氣體排放狀況，並提出政策建議，包括國內政策(如總量管制與交易制度)及國內減少努力(如共同減量與清潔發展機制)，確保長期低碳經濟目標的達成
5. 調適政策：要求政府每五年提出氣候變遷衝擊的預測報告及碳風險評估，並提出調適政策(adaptation policy)
6. 推動策略
 - (1) 提高能源效率
 - (2) 降低用電需求
 - (3) 投資低碳燃料與科技，例如碳捕捉與固定化，及風力、潮汐、及太陽能
 - (4) 行政部門每年需向國會報告最新進展

(資料來源：DEFRA(2007), Draft Climate Change Bill.)

(二) 加拿大碳預算計畫

加拿大自由黨(Free Party)亦於 2007 年 3 月提出一份「平衡碳預算」(Balancing our Carbon Budget)白皮書，提出對能源密集產業的未來管理方向，包括三個面向：

1. 制定總量管制(establish an Absolute Emission Cap)：為達到 2012 年的減量目標，建議主要電力事業、上游石化煉製及能源密集產業實施總量管制；
2. 建立碳預算(Set a Carbon Budget)：針對上開三種產業每年核配排放

- 量；
3. 制定碳價格(Put a Price on Carbon)：依據綠色投資帳(Green Investment Account, GIA)的規定，每超過一單位排放配額，需繳交 20 美元；
 4. 綠色燃料創新(Fuelling Green Innovation)：如果產業進行綠色投資計畫，則依據綠色投資帳，每年每噸可獲得 10 美元收入。2012 年以後，至 2007 年，如果美每年能夠減少排放，則可額外再獲得每噸 10 美元的收入，此舉，可以鼓勵產業的先期行動(early action)；
 5. 建立碳交易制度(Establishing a carbon trading system)：如果產業排放量低於核配的碳預算量，可將多餘的碳權銷售給其他企業，可提高產業溫室氣體減量誘因。

(資料來源：Liberty of Party of Canada(2007), Balancing Our Carbon Budget....A New Approach for Large Industries Emitters.)

(三) 對於我國溫室氣體減量啟示

英國政府草擬中之氣候變遷法案，提出「碳預算」政策方向，是英國邁向低碳經濟的重要措施。由於我國各級政府為落實 2005 年全國能源會議的行動方案，已針對能力建構與實質減量，建立定期績效查驗機制，其性質已接近「碳預算」特性。然而，英國建立之長期「低碳經濟」願景，以及五年一期的氣候變遷衝擊與碳風險評估，以及調適政策的研擬，這種類似經濟發展規劃模式，是值得我國未來擬定整體減量政策之參考。

然而，在目前的全國能源會議績效查核機制下，僅針對部門二氧化碳排放管理與減量績效查驗，尚未有整體之調適策略擬定與規劃，建議可學習英國經驗，成立一個國家層級之「溫室氣體排放管理委員會」，專責追蹤與評估國家溫室氣體排放現狀以及衝擊影響評估(包括生態、水資源、國土、農業安全與產業經營風險等)，並負責規劃長期邁向「低碳經濟」社會的國家「碳權」管理策略，是政府可思考的方向。

四、國際碳交易登錄表與各國應加強調適策略 (2007/04)

(一) 國際碳交易登錄表的發展

UNFCCC 秘書處 4 月 2 日於波昂(Bonn)發佈一份京都議定書之國際碳交易登錄表(International Transaction Log, ITL)，提供工業化國家(附件一國家)參考，主要目的是希望能夠與各國溫室氣體排放登錄資料相連結，並期

望與各國減量目標與政策連結，以及作為預測未來碳交易市場需求量的參考。ITL 是未來執行國際碳交易，清算買賣雙方排放權的基礎工程，此交易表具有連結國家排放量與交易量的功能。

目前規劃的國際碳交易登錄表必須獲得各國的評鑑與檢測，並接受各國的意見至五月底，待蒐集與彙整各國意見之後，將作最後定稿，屆時可以作為全球碳交易的清算工具。至目前為止，已有多國(包括日本與紐西蘭等國)檢測該登錄表，均認為安全性沒有問題，而且可操作。由於歐盟已啟動其境內的交易制度，已建立一套登錄系統，因此，目前秘書處正等待歐盟的評鑑以及整合現有登錄表於 ITL 的時程。

(資料來源：<http://unfccc.int>)

(二) UNFCCC 呼籲各國應加強調適政策

UNFCCC 秘書處鑑於 IPCC 的最新(第四版)評估報告，指出氣候變遷已威脅人類賴以生存地球自然生態，特別是水資源與疾病擴散，呼籲各國應加強調適策略，並將其整合入長期的發展策略之中，以減緩傷害。此外，依據 IPCC 的最新評估報告，至 2010 年，海岸遭受氣候變遷將導致 50 百萬戶家庭遭受傷害，必須遷徙，以及人類必須適應更稀少資源生活型態。此外，至本世紀中葉(2050 年)，氣候變遷導致水資源分配不平均，高緯度河川逕流增加 10-40，溼熱帶區域水資源減少 10-30%，旱災及驟雨事件頻率增加，提高洪水風險，因此 UNFCCC 秘書長帝鮑爾(de Boer)指出，推動國際共同對抗氣候變遷的協議，以及加強調適與風險管理已刻不容緩。同時，應積極尋找更有效方法籌募調適所需基金。

UNFCCC 秘書長帝鮑爾同時指出，目前籌募的調適基金仍然不足，急需國際社會捐助，抑或提出籌募資金的新方案。此外，在德國即將召開的 G8 會議，已將國際共同合作減量與調適的議題，列入最優先議程，屆時應該會有更具體的行動方案。

(資料來源：<http://unfccc.int>)

(三) 對於我國溫室氣體減量啟示

2008 年即將開展附件一國家的排放交易，因此，交易資料登錄表(ITL)已進入定稿階段，透過該登錄表可以有效掌握各國排放與交易狀況，奠立全球溫室碳權管理的基礎。台灣亦開始規劃境內排放交易制度，因此，掌

握國際交易登錄表內容，可作為台灣交易制度規劃與國際接軌的參考。

IPCC 的第四版報告，以氣候變遷衝擊、調適及脆弱性(或傷害)(Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability)為主，該報告特別指出衝擊評估報告的可信度已大大提高，提省世人應特別重視調適政策的擬定，降低氣候變遷造成的各項風險，以及傷害。基於此，許多國家(包括工業化與開發中國家)已加強調適政策的制定，制定的面向包括水資源、糧食、海岸、森林、溼地及人體健康等面向推動調適策略，見表 1。因此，台灣應比照「永續發展指標」的編制與發佈模式，及早制定台灣「氣候變遷調適與脆弱性指標」系統，並定期發佈，掌握台灣遭受氣候變遷衝擊及調適現狀，以利政策制定與修改之參考，促進台灣邁向永續發展之林。

依據 2005 年全國能源會議的決議，已開展績效查核機制，雖然已獲得不錯的成效，然而，檢視全國能源會議執行中的 191 項行動方案，尚缺乏「調適策略」的推動，不利未來國家的調適能力提升。建議應加強與落實「行政院永續會功能」，加強部會調適政策的擬定與推動。

表 1. 先進國家調適政策比較

部門	調適措施	實施國家
農業	品種改變	瑞士、捷克、日本、立陶宛
	耕作方式改變	瑞士、捷克、希臘、日本、荷蘭、斯洛伐克
森林(林業)	品種改變、增加多樣性	比利時、捷克、丹麥
	森林火災預警系統	歐盟
水資源	旱災風險的整合管理	希臘
	洪災風險的整合管理	比利時、捷克、瑞士
	洪災預警系統	歐盟、荷蘭
海洋與海岸生態	整合性海岸管理	比利時、日本、荷蘭
陸棲生態	劃設保護區	比利時、希臘、荷蘭、立陶宛
人體健康	因應熱浪能力建立與管理	比利時

資料來源：UNFCCC/SBI/inf.2(2006)

五、IPCC 第三工作小組第四版「減緩氣候變遷」的評估報告 (2007/05)

IPCC(2007/04)第三工作小組(Working Group III, GPIII)公布第四版「減緩氣候變遷」(Mitigation of Climate Change)科學報告，報告指出 1990-2004 年間，全球溫室氣體排放約成長 70%，其中二氧化碳排放量約占 77%(相較於 2004 年排放量)，基於此，IPCC 評估長期減量規劃，見表 1，如果以穩定大氣濃度在 550ppm 為例，則溫升將介於 2.8⁰C~3.2⁰C，二氧化碳排放量

至 2030 年達到高峰，因此，至 2050 年需要減排 30% 至增排 5% (相較於 2000 年) 之間。據此 IPCC 評估在排放交易制度下，分別以「top-down」與「bottom-up」兩種模型，推估在不同排放權價格之下，對 CO₂ 的減量潛力，見表 2，由表 2 可以看出兩種模型推估結果差異不大，如果以排放權價格為 20 美元/噸為例，2030 年之 CO₂ 減量潛力約為 90-180 億噸。而在減量成本方面，假設以穩定大氣濃度在 550ppm 為例，則平均 GDP 損失率為 0.6%，平均年 GDP 成長率減少將小於 0.1 百分點，見表 3。

IPCC 亦在此報告中，提出未來各部門的重要科技發展與政策措施建議，見表 4，其中，能源部門提到核能無論是現在與未來(2030 年)，均是發電結構的重要選項。此外，針對不同部門，IPCC 亦提出最環境有效的政策與措施，見表 5，以能源部門為例，包括降低化石燃料補貼、開徵能源稅與碳稅、再生能源研發補貼、及再生能源配比管制，此外，亦包括提高能源服務業誘因，以及推動排放交易制度與提高自願性減量協議誘因，分別是住商與工業部門的重要政策與措施。

(一) 長期應推動之溫室氣體減量活動

最後 IPCC 建議各國政府，長期應推動下列溫室氣體減量活動：

1. 改變生活型態

改變居住文化與行為，購買綠建築

減少車輛使用，改變駕駛習慣，提高車輛效率，都市計畫與發展大眾運輸系統

2. 提高現存工業生產措施效率

3. 強化碳權價格機制

(1) 激勵低碳生產與消費投資與科技創新誘因與活動

(2) 穩定大氣 CO₂ 濃度在 550ppm 之碳價約 20-80 美元/噸 CO₂

4. 加強科技政策

(1) 低碳科技發展是達到減量目標的最可靠方式

(2) 政府應透過金融與租稅獎勵與效率標準管制策略發展低碳能源科技

5. 國際協議與合作

- (1) 創造國際碳市場
- (2) 發展國際減量合作機制(如 CDM)，促進成本有效性

表 1. 長期(2050 年)減量情境規劃

大氣 CO ₂ 濃度(PPM)	平均溫升(0C)	CO ₂ 排放最高水準年 度	2050 年需要減排量(相 較於 2000 年)(%)
445~490	2.0~2.4	2000~2015	-85 ~ -50
490~535	2.4~2.8	2000~2020	-60 ~ -30
535~590	2.8~3.2	2010~2030	-30 ~ 5

資料來源：IPCC(2007), Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change...Summary for Policy Maker.

表 2. 2030 年排放交易與減量潛力推估

碳權價格 (美元/噸 CO ₂ -E)	CO ₂ 減量潛力(10 億噸 CO ₂ -E/年)		CO ₂ 減量比率(相對於基 線 680 億噸 CO ₂ -E/年)		CO ₂ 減量比率(相對於基 線 490 億噸 CO ₂ -E/年)	
	Top-down	Bottom-up	Top-down	Bottom-up	Top-down	Bottom-up
20	9-18	9-17	13-27	14-25	18-37	19-35
50	14-23	13-26	21-34	20-38	29-47	27-52
100	17-26	16-31	25-38	23-46	35-53	32-63

資料來源：IPCC(2007), Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change...Summary for Policy Maker.

表 3. 2030 年減量成本推估

大氣 CO ₂ 濃度 (PPM)	平均 GDP 損失率 (%)	平均 GDP 損失率(%)	平均年 GDP 成長率減 少(百分點)
590~710	0.2	-0.6~1.2	< 0.06
535~590	0.6	0.2~2.5	< 0.1
445~535	na	< 3.0	< 0.12

資料來源：IPCC(2007), Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change...Summary for Policy Maker.

表 4. 現在與未來部門科技與措施發展

部門	現在科技與措施	2030 年科技與措施
能源部門	提升供給與輸配效率 天然氣取代煤發電 核能 再生能源 汽熱(電)共生 先期 CCS 科技(由天然氣捕集 CO ₂)	CCS 科技(由燃煤電廠) 尖端核能科技 尖端再生能源(包括潮汐與太陽能光電版)
工業部門	更有效率電器產品與設備 廢熱回收 物質回收與替代 控制 non-CO ₂ 排放 提升製程技術效率	尖端能源效率 水泥、製鋁與鋼鐵業之 CCS
運輸部門	提升車輛燃油效率 油電混合車輛 生質柴油車輛 發展軌道與大眾運輸 鼓勵腳踏車與走路 土地使用與運輸規劃	第二代生質燃料 高效率航空運具 尖端油電混合車輛
住商部門	高效率照明與燈具 高效率電器用品 提高暖爐效率 提升建築隔熱效率 冷凍液替代 回收氟氣碳氣體	商業建築整合科技設計(包括智慧型量器) 太陽能光電版
農業部門	提升土碳儲存功能 提升稻米耕作技術 畜牧管理，降低甲烷(CH ₄) 提升氮肥技術，降低 N ₂ O 增加能源作物耕種，取代化石燃料 加強植樹與造林 使用森林生質能，取代化石燃料	提升作物產量 樹種管理，提升生質能產量與碳匯功能 提升蔬菜與土壤的碳匯潛力科技
廢棄物管理	垃圾甲烷回收 廢棄物燃燒廢熱回收 廢水處理管制 加強回收，降低廢棄物量	利用生態過濾法，最適化 CH ₄ 氧化作用

資料來源：IPCC(2007), Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change...Summary for Policy Maker.

表 5. 部門環境有效政策與措施

部門	政策與措施
能源部門	降低化石燃料補貼(有害環境補貼改革) 開徵能源或碳稅 再生能源研發補貼 再生能源配比管制
運輸部門	制定車輛油耗效率與生質能源配比標準 提高車輛稅費，包括購買、燃料、及停車費 投資大眾運輸及無排放運輸
住商部門	制定器具效率標準與標章 綠色建築認證 政府的節能示範與綠色採購 提高能源服務業(ESCO)誘因
工業部門	效率標竿資訊提供 制定績效標準 推動排放交易制度 提高自願性協議的績效與誘因

資料來源：IPCC(2007), Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change...Summary for Policy Maker.

(二) 對於我國溫室氣體減量啟示

觀察台灣現行推動中的溫室氣體減量政策，可以發現與 IPCC 建議的政策措施大致相同，可以反映台灣已掌握主要的溫室氣體減量政策方向，然而，台灣溫室氣體減量成效卻沒有如社會大眾預期，主要關鍵有四：

溫室氣體盤查尚未健全與完備，譬如盤查資料尚缺乏驗證；

自願性減量協議誘因不足，導致產業部門缺乏減量動力；

無法參與彈性機制，減量成本高，降低整體減量潛力；

非核家園政策，喪失核能作為邁向低碳發電結構選項，提高整體國家溫室氣體排放量

基於上述理由，限制台灣的減量潛力，導致減量成本相當高，如果再制定一個非台灣能力與責任所及的減量目標，將相當不切實際。因此，台灣當前最優先的溫室氣體減量政策為：及早落實盤查制度、加強自願性減量誘因、推動本土彈性機制及維持核能適當比例，相信台灣有機會達到溫室氣體與經濟成長脫鉤。

六、G8「全球經濟成長與責任」高峰宣言(2007/06)

2007年6月在德國 Heiligendamm 舉行的 G8 高峰會(G8 summit)，受到國際的重視，會後提出一份「全球經濟成長與責任」(Growth and Responsibility in the World Economy)宣言，宣言內容包括「投資自由度、投資環境與社會責任」(Freedom of Investment, Investment Environment, and Social Responsibility)、「促進創新與保護創新」(Promoting Innovation, Protecting innovation)、「氣候變遷、能源效率與能源安全—全球經濟成長的挑戰與機會」(Climate Change, Energy Efficiency and Energy Security... Challenge and opportunity for world Economic Growth)、及「初級原料的責任：透明性與永續成長」(Responsibility for Raw Material: Transparency and Sustainable Growth)等四大議題。以下整理「氣候變遷、能源效率與能源安全—全球經濟成長的挑戰與機會」之重點內容如下：

(一) 宣言內容

鑑於氣候變遷對人類的潛在傷害，人類應提出更積極的對策，並共同分擔減量責任，以減緩溫室氣體排放與提高能源供給安全。此外，在不扭曲市場經濟運行的前提下，支持開發中國家的經濟成長。未來具體作法如下：

1. 工業化國家體認到科技創新是因應氣候變遷的重要機會，利用市場基礎(market based)的機制，例如排放交易(emission trading)、租稅誘因、管制制度及技術合作，以及以長期觀點，促進投資、加速科技商業化及加強能源安全，如此可達到抑制全球溫室氣體排放以及達到永續發展目標。
2. 工業化國家承諾，將領導全球共同對抗氣候變遷以及追求經濟持續成長。並承諾今年年底(2007/12)於印尼舉行的第十三次締約國(COP13)，進一步達成對抗氣候變遷的全球性制度(international regime)的協議。
3. 能源是促進經濟成長的驅動力，應控制能源消費隨著人口與經濟成長，呈現穩定的增加，因此，提供潔淨、可負擔(affordable)、及安全的能源供給，可確保兼顧經濟發展與環境維護。在能源供給安全追求上，必須依賴全球的共同合作，包括市場透明(market transparency)、提高能源效率、能源供給多元化(或分散)、及發展新能源科技等。
4. 為促進能源安全，提出「全球能源安全原則」(Global Energy Security Principles, GESP)，議題包括加強利害關係人對話、供給與需求安全

議題、促進多元化契約、及上游與下游資本投資的國際化等，促進全球能源合作的項目，本次會議提出下列呼籲：

- 邀請中國、巴西、印度、墨西哥及南非加入 GESP。
- 在 2008 年 G8 高峰會上提交 G8 會員國執行 GESP 的績效報告。
- 強調國家策略性石油儲存(strategic oil reserve)的重要性，並鼓勵 IEA，協助主要石油消費國家採行最佳的策略性石油儲存。
- 2007 年將著重於能源效率提升的努力上，因為提升能源效率是最快速、最有效及最便宜的因應氣候變遷與強化能源安全的策略。

(二)氣候變遷(climate change)

鑑於 IPCC 的科學性報告，瞭解人類活動產生的溫室氣體排放，已造成全球溫度的上升，因此，全球溫室氣體排放必須有效的減緩其成長，歐盟、加拿大及日本等排放大國已決定至 2050 年削減一半的排放量。

未來十年無論工業化國家，抑或開發中國家，均應擴大溫室氣體的減量行動計畫，此外，應整合國家、區域與全球的溫室氣體減量政策，提高政策的有效性，而該整合架構(framework)必須能夠兼顧減緩氣候變遷、能源安全、經濟成長與永續發展目標。

未來全球溫室氣體減量合作，應秉持公約之「共同但差異性責任」的能力差異性原則，而 G8 將扮演領導工業化國家對抗氣候變遷的角色，然而，僅有工業化國家減量，仍然不足以有效控制全球溫室氣體排放增長的趨勢，因此，邀請開發中國家加入全球共同推動有效的溫室氣體減量政策與措施，可提高抑制溫室氣體增長的有效性。開發中國家應以降低碳密集度(carbon intensive)為目標，並推動永續發展政策與措施、強化清潔發展機制、及制定部門減量活動(排放量低於基線排放量)

G8 承諾於年底印尼舉行的 COP13 會，將努力促成主要排放國的「後京都協議」(post 2012 agreement)。

(三) 科技(technology)

科技是因應氣候變與能源安全的最有效利器，未來將戮力於節能及環境有善的科技發展上，主要的做法如下：

1. 激勵科技發展與商業化。
2. 鼓勵新國家參與國際科技夥伴關係。
3. 擴大國家、區域與全球科技研發規模。
4. 推動策略規劃及發展科技藍圖，並強化先進科技發展。

(四) 市場機制(market mechanism)

利用市場經濟工具激勵私部門投資，是促進科技發展與擴散的最有效策略。所謂的市場機制包括排放交易、租稅誘因、績效管制(performance based regulation)、稅(費)、及消費者標示(consumer labeling)等，透過市場價格，激勵私部門的投資

(五) 能源效率

1. 依據 IEA 的推估，全球推動有效節能措施，可以減少 80% 溫室氣體排放，以及永續性的提高能源安全。
2. 透過國際合作可以創造節能機會，基於此，未來應推動國際合作計畫如下：
 - 加強能源效率的國際對話機制；
 - 鼓勵世界銀行(World Bank)融資能源效率與潔淨能源投資計畫；
 - 擴大交流最佳管理措作法、及分享方法學，達到能源效率提升之目標；
 - 促進國際能源效率的研發與投資；
 - 在 2008 年的 G8 會議上，報告能源效率的進展。
3. 以低能源經濟為發展目標，並兼顧經濟與競爭力，主要推動措施包括經濟誘工具、制定能源效率標準、能源效率標章、部門自願性協議、及政府採購指南等。

(六) 永續建築(sustainable building)

依據 2007/04 於德國柏林舉行的 EU/G8 會議結論，未來推動永續建築的作法如下：

1. 建立「永續建築網絡」(Sustainable Building Network)，並開放新興經濟體(emerging economies)的參與。該網絡將發展一套可操作的建築物能源效率與使用再生能源的評估工具，特別是針對冷/熱系統(cooling and heating)，並區分新、舊建築物，個別評估，以及推動零能源建築物(zero energy buikding)。

2. 邀請 IEA 作為該網絡的聯繫中心。
3. 提高建築物能源效率與擴大再生能源使用，是永續建築物的最關鍵性指標。基於此，未來推動的政策與措施包括：永續建築的國家目標、建築物能源科技補貼、制定相關法律、零能源建築之公私部門夥伴關係、能源績效權證(energy performance certificates)(如建築護照，building passports)、及個別能源標準(新建築採用再生能源)等

(七)運輸(Transportation)

目前全球約有 600 百萬量車輛，預估至 2020 年將成長一倍，如果沒有適當的政策與措施，屆時運輸部門將產生龐大的溫室氣體排放。因此，運輸部門措施如下：

1. 提高運輸部門的能源效率是最關鍵措施，基於此，運輸部門的關鍵性措施包括：引擎效率創新、發展替代燃料、都市規劃、大眾運輸、提高替代燃料(包括生質柴油、氫能、LPG/LNG、電動車及混合動力車等)配比與分散(或多元化，如燃料電池等)；
2. 建立國際生質柴油品質標準，控制二氧化碳排放量；
3. 避免產生生質柴油負面周邊效果(negative side effect)，亦即產生土的排擠效應，因此，應避免開發中國家不同型式土地的競爭，以利生質作物的永續性使用；
4. 監督「環境友善車輛研討會」(Environmentally Friendly Vehicles Conference)的進展；
5. 推動新車能源效率標章制度。

(八)電力(power generation)

過去 25 年，化石燃料仍占最重要的能源消費配比，如何提高發電效率、及更環境友善的發電行為是本次會議的共識。

1. 提升發電效率：

有關提高電廠發電效率的最佳作法如下：

- (1) 利用適當的國家政策，激勵更有效率電廠與電網的投資活動，基於此，將設定會員國的發電效率提高目標；
- (2) 未來應加強國際高效率發電科技的研發努力；
- (3) 利用政策與措施提高熱電共生(combined heat and power, CHP)發

電。

2. 因應新興經濟體的電力需求

有關因應新興經濟體的電力需求作法如下：

- (1) 加強與新興經濟體的合作，例如研發、自願性科技夥伴、及潔淨科技投資等；
- (2) 透過科技移轉方式，提高新興經濟體能力建構。

3. 發展碳封存技術(carbon capture and storage, CCS)

- (1) 鼓勵國家與國際 CCS 科技研發，並降低不同型態 CCS 科技的效率損失；
- (2) 鼓勵潔淨燃煤科技發展，並將其視為新興經濟體最優先的科技需求；
- (3) 加強 CCS 安全性的研發，並建制必要的法律架構；
- (4) 支持由 IEA 倡議，並舉辦的「碳封存領導論壇」(Carbon Sequestration Leadership Forum, CSLF)；
- (5) 鼓勵政府開始推動電廠大規模的示範計畫；

(九)工業部門(industry)

過去 25 年，全球工業部門的能源消費大幅成長，其存在極高的能源效率提升潛力，未來應積極推動工業部門能源效率提升策略，主要的作法如下：

- (1) 提升能源密集產業的能源效率，並建立能源效率指標進行評估；
- (2) 鼓勵鋼鐵業與水泥業引進成本有效技術，以及加強能源效率科技研發。

(十)能源分散(energy diversification)

能源分散性提高，有利於能源安全與邁向低碳能源社會的發展，此外，可疏緩傳統化石能源的價格上升壓力，衝擊經濟發展。未來提高能源分散性的作法如下：

- (1) 持續發展使用潔淨能源政策架構，並將再生能源發電整合入電力網；

- (2) 加強核能使用安全性，有利國家能源供給安全，以及降低傳統空氣污染物；
- (3) 藉由 WTO「杜哈」協議(Doha negotiation)，降低環保產品與服務的關稅與非關稅障礙，亦有利能源安全與全球氣候目標；
- (4) 推動再生能源發展計畫，包括「21 世紀再生能源政策網絡」(Renewable Energy Policy Network for 21st Century, REN21)、「再生能源與能源效率計畫」(Renewable Energy and Energy Efficiency Program, REEEP)、及「全球生質能夥伴關係」(Global Bio-Energy Partnership, GBEP)等；
- (5) 推動國家與國際安全性核能使用計畫，包括「全球核能夥伴關係」(Global Nuclear Energy Partnership, GNEP)、俄羅斯倡議多國成立「核燃料循環服務」中心、日本倡議確保「核燃料供給與取得」計畫、及德國倡議「可信賴核燃料供給」計畫；
- (6) G8 承諾在核能使用上將確保能源安全、輻射性控制、核廢料管理、以及核能使用的可信賴度；
- (7) 委由「G8 核能安全組織」(G8 Nuclear Safety and Security Group, NSSG)

(二) 對我國的啟示

由 G8 提出之「全球經濟成長與責任」高峰宣言之「氣候變遷、能源效率與能源安全—全球經濟成長的挑戰與機會」內容可知，「氣候變遷」與「能源安全」是未來兩項重要的施政課題，兩者具相輔相承的效果，歸納主要重點內容如下：

1. 提高能源效率仍是最具潛力以及最低成本的無悔策略，應列為各國最優先推動的策略之一，並建立適當的評估指標；
2. 利用市場經濟誘因工具發展綠色能源科技是未來最重要的政策與措施之一，特別是排放交易制度；
3. 安全核能使用是未來重要的科技發展與核能管理的重點工作，同時兼具能源安全、降低溫室氣體與空氣污染物的功能；
4. 能源分散化與建立策略性石油儲存機制，是提升國家能源安全的重要策略；
5. 開發中國家應以降低溫室氣體密集度為目標，並推動永續發展策略及參加清潔發展機制；
6. 未來將推動多項「夥伴計畫」，邀請全球(特別是新興經濟體)的參與。

有關核能對溫室氣體減量與提高能源安全議題，本次會議著墨甚深，其後續發展值得關注與追蹤。台灣如果缺乏核能作為發電結構的組合之一，將提高國家溫室氣體減量的困難度與成本，不利國家永續發展。政府應及早檢討「溫室氣體減量」與「非核家園」的競合關係，尋找出最有利台灣永續發展之策略。

七、歐盟最新調適政策與措施 (2007/07)

歐盟鑑於氣候變遷造成的傷害日趨嚴重，已達到刻不容緩的階段，因此，於 2007 年 6 月 29 日由歐盟執委會(Commission of the European Communities, CEUs)發布「綠皮書」(Green paper)，主要內容在制定歐盟的調適政策(Adaptation Policies)，將是未來歐盟會員國制定調適政策的參考依據。以下即彙整該「綠皮書」的重點內容如下：

(一) 過去三十年歐洲地區的自然資源與生態系統的變化

1. 水資源：氣候變遷造成的乾旱，已影響歐洲安全飲水量；
2. 生態系統與生物多樣性：如果地表平均溫度上升 1.5-2.5⁰C，則大約有 20-30%的物種將瀕臨滅亡；
3. 糧食：氣候變遷造成糧食短缺，提高人類面臨饑餓的風險，未來將造成數以百萬計人口的糧食短缺問題；
4. 海岸：海平面上升，將淹沒海岸及三角洲地帶，至 2050 年每一三角洲地帶將有超過一百萬居民遭受危害；
5. 健康：氣候變遷將對人類造成直接與間接衝擊效果，主要原因是極端氣候現象，造成生態失調，疾病漫生，提高人類罹病風險。至 2002 年已有超過 3.3 百萬人遭受疾病而死亡，其中，約有 29%發生於非洲地區。

(二) 歐洲較脆弱地區

1. 南歐及地中海區域受到氣溫上升及降雨量減少的影響，已產生水資源匱乏的影響；
2. 阿爾卑斯山脈受到氣溫上升影響，導致積雪融化以及改變冰川流量；
3. 沿海地區遭受暴風雨侵的損害風險提高；
4. 洪水頻率增加，提高洪水災害，因此，應加強該區域的防洪建設；

(三) 歐盟調適策略

歐盟整體調適策略區分為四大面向，分別為：(1)歐盟內部的「先期行動」(early action)；(2)整合調適政策至歐盟外部行動；(3)透過氣候研究的知識，降低不確定性；(4)整合與調合整體歐盟社會、企業及民眾的調適策略。簡述如下：

1. 先期行動

在先期行動的政策方向，包括：(1)整合調適政策於現行與即將推動的法律與政策措施之中；(2)整合調適政策於現行的補助計畫之中；及(3)制定新回應政策。簡述各部門之調適政策措施如下：

■ 農業與鄉村發展

歐盟推動「共同農業政策」(Common Agriculture Policy, CAP)，目的在於建構歐盟農業的永續發展架構。

■ 工業與服務業

協助工業與服務業在未來部門面臨各項調適政策，產生之潛在市場機會，此外，企業必須將氣候變遷納入其經營計畫之中，例如企業的建築隔熱投資，不但提高辦公環境，而且可以降低企業用電費用。

■ 能源

氣候變遷提供再生能源發展機會，例如太陽能與風能等，然而，亦會增加電力需求。歐盟已推動「策略性能源技術計畫」(Strategic Energy Technology Plan)，目的在促進能源科技發展。在該計畫下，特別重視建築節能科技發展，提高建築能源績效。

■ 運輸

歐盟推動運輸建設應於規劃與設計之初，即納入氣候變遷因素，一方面強化運輸基礎建設；一方面減少溫室氣體排放。特別是水運工程的安全措施，將是歐盟未來運輸部門的重要調適政策推動方向。

■ 健康

氣候變遷會加速疾病漫延，威脅人體健康，因此，歐盟積極推動人體健康的調適補助計畫，例如「社區公共健康計畫」(Community Public Health

Program)及「研究架構計畫」(the Research Framework Program)等，特別針對熱浪對人體健康影響的維護計畫，是未來調適政策的重點。歐盟並已執行一項中長期(2004-2010)的「歐盟環境與健康行動計畫」(European Environment and Health Action Plan)。

■ 水資源

歐盟制定「水資源架構指令」(Water Framework Directive)，加強水資源管理。將於 2009 年推動，並以經濟誘因工具(如水價等)，降低水資源消費、提高水資源使用效率。此外，並加強評估氣候變遷對水資源短缺以及洪氾的風險，並研擬相關的調適政策與措施。

■ 海岸與漁獲

納入氣候變遷因素，修訂「海洋政策」(Marine Policy)，此外，並修定「共同漁獲政策」(Common Fisheries Policy)，確保永續漁獲存量。

■ 生態系統與生物多樣性

氣候變遷透過對生態系統、生物多樣性、淡水及海岸生物，影響經濟與社會。因此，對人類的影響相當廣泛與深遠。因此，歐盟於 2006 年開始推動「生物多樣性聯繫行動計畫」(Biodiversity Communication Action Plan)，至 2010 年結束，期望藉此行動方案，落實生物多樣性及生態系統的保護。

2. 整合調適政策至歐盟外部行動

歐盟除了內部整合計畫之外，亦加強與開發中國家(如中國與印度等)、經濟轉型國家(如俄羅斯等)、及其中工業化國家(如日本與美國等)等展開合作與夥伴關係計畫，此外，並推動永續商品貿易活動，例如推動綠色科技投資與移轉計畫、以及環保商品合作與貿易等。

3. 透過氣候研究的知識，降低不確定性

科學研究以及調適成本與效益分析，是制定氣候政策的基礎。研究分析必須納入複雜的互動關聯效果，基於此，歐盟推動一個七年(2007-2013)研究計畫(European 7th Framework Program for Research)，該計畫將進行下列評估工作：

(1) 調適政策成本效益評估方法：透過指標系統，衡量因應政策的效

果；

- (2) 提高氣候變遷影響的預期能力：包括水資源與能源等部門等衝擊的預測能力；
- (3) 釐清氣候變遷的衝擊效果：包括大氣含碳濃度的預測，以及對棲地、物種及自然資源的風險評估；
- (4) 建立長期評估模型與資料庫；
- (5) 提升資料的可獲得性，以及整合入調適評估模型之中；
- (6) 利用現有資訊系統；
- (7) 每 4-5 年更新評估報告，包括衝擊、及調適等影響；
- (8) 評估結果提供私部門擬定調適政策之參考；
- (9) 推動歐盟境內的海岸保護研究計畫，以及環境與經濟成本評估；
- (10) 加速知識與資訊交流，包括再生能源發展資訊；
- (11) 建立與非歐盟國家的科學夥伴、網絡與合作關係；
- (12) 分享科學知識與評估成果予夥伴國家，協助其調適政策研擬。

4. 整合與調合整體歐盟社會、企業及民眾為夥伴關係的調適策略

調適將涉及諸多事務，以「歐盟氣候變遷計畫」(European Climate Change Program) (2005)為基礎，推動「歐盟氣候變遷調適顧問小組」(European Advisory Group for Adaptation to Climate Change)，並將於 2007 年 11 月啟動，每期一年，協助與監督政策制定與執行成果。

八、2030 年減量目標之部門投資計畫 (2007/08)

聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)於 2007 年 8 月 27-31 日舉辦「2007 維也納氣候變遷對話」(Vienna Climate Change Talk2007)，本次會議關心的重點之一是 2030 年溫室氣體減量目標達到的問題，其中，透過各部門的額外投資活動，是主要的策略。以下即整理至 2030 年各部門主要工作重要與投資之重點內容：

(一) 部門於 2030 年額外投資

全球至 2030 年當年約增加 2,000-2,100 億美元投資金額，約占當年全球總投資金額的 0.92%，以及約占當年全球 GDP 的 0.26%。其中，非附件一國家的投資金額約為 760-770 億美元，約占當年非附件一國家總投資金額的 0.86%，以及約占當年非附件一國家 GDP 的 0.29%。部門新增投資金額比較如下：

1. 能源供給建設(energy supply infrastructure)：增加 670 億美元
2. 工業部門：增加 360 億美元
3. 住商部門(建築物)：增加 510 億美元
4. 廢棄物管理：增加 9 億美元
5. 運輸部門：增加 880 億美元
6. 農業部門：增加 350 億美元
7. 森林部門：增加 210 億美元
8. 能源研發：增加 350-450 億美元

(二) 部門投資項目分析

1. 能源供給(電力供給)

- (1) 每年約有 1,512 億美元投資移轉至再生能源、CCS、核能及水力，其中，非附件一國家約占 55%投資金額；
- (2) 透過 CDM 方式促進再生能源發展，然而，將集中於少數國家，如中國、印度與巴西等；

2. 能源供給(化石能源)

- (1) 至 2030 年當年化石能源投資約減少 263 億美元，其中，55%於非附件一國家；
- (2) 化石能源投資國家雖然增加，但投資金額成長率下降；
- (3) 投資將以大型能源公司為主；

3. 工業部門

- (1) 約有 360 億美元新增投資於能源效率提升、CCS、及降低製程排放(包括 CO₂ 與 non-CO₂)等活動上，其中，非附件一國家約占 55%投資金額；
- (2) 工業部門將會內部化能源效率提升與製程改善融資費用；
- (3) 透過適當的誘因政策與管制措施，促進節能與製程改善；

4. 住商部門(建築物)

- (1) 約增加 510 億美元於建築物節能效率(包括電力與化石能源效率)改善活動上，其中，非附件一國家約占 27%投資金額；
- (2) 內部化能源效率提升融資；

- (3) 透過適當的誘因政策與管制措施，促進節能改善並縮短回收期 (payback periods)；

5. 運輸部門

- (1) 新增 880 億美元於能源效率(占 90%)及生質能源發展(10%)，其中，非附件一國家約占 40%投資金額；
- (2) 高效率車輛購買成本將增加；
- (3) 私部門將加強生質能源生產投資活動；
- (4) 透過適當的誘因政策與管制措施，促進能源效率與生質能源生產投資活動；

6. 廢棄物管理

- (1) 新增 9 億美元於垃圾場甲烷氣(CH₄)捕集，以及廢棄物管理，於能源使用，其中，非附件一國家約占 67%投資金額；
- (2) 加強垃圾掩埋場及廢水處理設備管制措施；
- (3) 廢棄物管理主要依賴政府的投資活動；
- (4) 利用 CDM 計畫促進經濟效益，以及增加非附件一國家的投資計畫。

7. 農業部門

- (1) 約新增 150 億美元加強農業碳匯(sinks)，以及約有 200 億美元投資於降低 non-CO₂ 減排活動，其中，非附件一國家約占 67%投資金額；
- (2) 農業土壤管理將成為有利益的活動；
- (3) non-CO₂ 減排投資需求增加；
- (4) 利用 CDM 計畫降低糞肥的 CH₄ 排放。

8. 森林管理

- (1) 增加 210 億美元於降低溫室氣體排放投資活動上，其中，120 億美元投資於護林活動、80 美元於森林管理以及 10 億美元於植林活動上，上該投資活動主要發生於非附件一國家；
- (2) 降低伐林及提高森林管理，以及降低森林管理的不確定性，是影響森林管理投資的關鍵因子；
- (3) NGO 將是主導護林的主要機構；

9. 能源研發

- (1) 政府部門的能源研發經費將會減少 100 億美元，導致私部門研發投資的降低，未來美國與日本是國際上主要的能源研發國家；
- (2) 依據 Stern 評鑑報告(Stern Review)建議未來各國應倍增能源研發預算；
- (3) 發展低 GHG 排放科技約需增加 600 美元投資費用。

(三) 對我國的啟示

由以上 UNFCCC 對 2030 年各部門投資預測資料可知，運輸部門是未來因應氣候變遷的最關鍵部門，額外增加的投資金額最高，其次是住商部門約為增加 510 億美元投資計畫，然而，我國的溫室氣體管理策略尚停留於工業與能源部門階段，如何加強運輸與住商部門的減排計畫，即成為政府規劃 2030 年減排計畫的參考依據。

九、「2007 年雪梨 APEC 領導人氣候變遷、能源安全與清潔發展宣言」 (2007/9)

2007 年 APEC 會議 9 月 2 日至 9 日於澳洲雪梨(Sydney)舉行，合計有 21 個經濟實體參與，會後發表「氣候變遷、能源安全與清潔發展宣言」(Declaration on Climate Change, Energy Security and Clean Development)，該份宣言代表 APEC 會員國對氣候變遷議題的關心與責任，同時也提出 APEC 國家未來對抗氣候變遷的行動議程(APEC Action Agenda)。宣言內容包括未來國際行動(future international action)、支持後京都國際氣候變遷協議(support for a post-2012 international climate change arrangement)、及 APEC 行動議程(APEC action agenda)等三部分，由於宣言內容攸關台灣未來在氣候變遷、能源安全與清潔發展的政策擬訂方向，以及與 APEC 國家合作機會，值得政府重視。以下即簡述該份宣言之內容：

(一) 未來的國際行動

APEC 會員國再次確認對聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)的承諾，並基於 UNFCCC 的原則，下列國際行動將有利於後京都(post-2012)，建立兼具公平與有效的氣候變遷國際協議：

1. 廣泛性(*comprehensiveness*)

各國分擔國際減量目標應符合公平性(equitable)、環境有效性(environmentally effective)與經濟有效性(economically effective)等三項原則。

2. 尊重國內環境與能力的差異性(*respect for different domestic circumstance and capacity*)

未來氣候變遷的國際協議，應基於「共同但差異」原則，必須能夠反映各經濟體之國內經濟與社會條件的差異性，訂定符合其能力的減量責任。

3. 彈性原則(*flexibility*)

為確保全球共同努力之實踐，應採行較具彈性的作法，包括方法的多元性、行動方案的誘因機制及更廣泛的國際合作面向等。此外，應支持任何有助於減量目標達成的各項國內活動，以及體認市場誘因機制的有效性與重要性。

4. 低與零排放能源型態與技術的重要性(*the important role for low and zero emissions energy sources and technologies*)

未來的全球與區域能源需求，化石能源仍然扮演重要角色，因此，加強低或零碳能源科技(特別是煤)的共同研發、推廣與技術移轉是非常重要的。同時，能源效率與能源供給多元化(包括再生能源)也應同等受到重視。對於部分自主選擇使用核能的會員體而言，在確保核能安全與非擴散原則下，也應視有利於降低溫室氣體排放的活動。

5. 森林與土地利用的重要性(*the important of forest and land use*)

森林管理與土地利用的永續性，對碳循環(carbon cycle)當中具有關鍵性地位。因此，國際進行後京都氣候變遷協商時，應將此議題納入討論。

6. 促進開放的貿易與投資(*promoting open trade and investment*)

在追求氣候變遷與能源安全時，應避免阻礙貿易與投資的進行。更開放的貿易、投資與環境政策，對於低排放產品、技術與最佳措施(best practice)的擴散，至為重要。

7. 支持有效的調適策略 (*adaptation strategies*)

調適氣候變遷的衝擊，應列入最優先的國內發展政策與措施，且應受到

國際社會的支持，國際行動應包括施政經驗交換、融資、能力建構與技術移轉等。

(二) 支持 2012 年之後的氣候變遷國際協議

會員國承諾穩定大氣溫室氣體濃度的國際目標，以避免人類危害氣候系統。在此原則下，後京都的國際協商應具有降低溫全球溫室氣體排放的功能。屬於 UNFCCC 締約國的 APEC 會員體，應於今年在印尼 Bali 舉行的 UNFCCC 會議中，積極且建設性地促成後京都的國際協議。

對於日本與加拿大在建立長期溫室氣體減量目標，以及獲得共同諒解的努力，表示感謝。同時，也非常歡迎美國倡議在 UNFCCC 的架構下，召集全球主要經濟體集，協商後京都國際協議達成所做的努力。

支持聯合國秘書長所倡議的，召開一關於氣候變遷的高階活動，以及同意透過雙邊、區域與全球夥伴關係，推動潔淨發展。同時，體認聯合國推動之氣候議題的相關程序，是進行國際協商的適當場所。

(三) APEC 行動議程

APEC 已達成一個務實、合作行動與倡議的前瞻計畫，作為輔助經濟體在其他多邊論壇執行該項行動。在符合聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 的目標與原則下，那些倡議與行動能夠同時達成降低全球溫室氣體排放量與促進經濟成長和發展的目標。詳細行動議程參照附件所示。此外，在不損及 APEC 經濟體對國際公約之承諾下，APEC 主要行動議程如下：

1. 強調提升能源效率的重要性，並承諾在 2030 年達成至少降低 25% 能源密度(energy intensity)(以 2005 年為基期)的 APEC 區域的目標；
2. 推動於 2020 年達成增加 APEC 區域各種森林面積至少 2,000 萬公頃的決心。這等同於儲存 14 億公噸的碳量，亦即占 2004 年全球溫室氣體排放總量的 11%；
3. 成立「亞太能源科技網絡」(Asia-Pacific Network for Energy Technology, APNet)，以強化區域內的能源研究合作，特別是潔淨石化能源與再生能源資源；
4. 成立「亞太永續森林管理與復育網絡」(Asia-Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation)，以強化林業部門的能力建構與資訊分享；

5. 進一步尋求環保商品與服務貿易、航運、替代與低碳能源的使用、能源安全、海洋生態資源保護、政策分析能力與創造共同利益方法等的相關措施。

(四) 結論

APEC 對於氣候變遷、能源安全與清潔發展等挑戰之全球回應，在區域內扮演舉足輕重的角色。經濟成長與科技發展是奠立未來共識(of our future agreed approach)之不可或缺的要素。面臨這種挑戰，需要全新的、有創意的國際合作形式，以共同因應。

身為 APEC 領袖，將承諾與所有國際社會成員，攜手合作，以確保在氣候變遷上尋求永久性的全球解決方案的。

(五) 對我國的啟示

本屆 APEC 會議發表之「氣候變遷、能源安全與清潔發展宣言」，以溫室氣體減量與調適政策為主軸，明定所有會員國應以 2030 年至少降低 25% 能源密集度為目標(以 2005 年為基準年)，並提出亞太能源科技網絡等國際合作計畫，確立未來 APEC 會員國在溫室氣體減量的責任，與開啟區域合作的契機。回顧台灣自 1998 年舉辦「第一次全國能源會議」以及 2005 年舉辦「第二次全國能源會議」，已訂定諸多政策措施與行動方案，可謂相當完備。然而，仍存在影響台灣溫室氣體推動的限制，包括(1)減量目標沒有共識；(2)減量合作技術國際交流與參與；及(3)缺乏整體調適政策架構。此外，本次宣言亦提出幾項具前瞻性的國際合作計畫與機制，例如亞太能源科技網絡、及區域經濟模型和相關機構間的合作計畫等。藉由本次會議，台灣可以透過 APEC 平台以及本次宣言後續推動的國際合作機會，扮演積極與主動角色，提升台灣溫室氣體減量能力以及建立完整的調適政策。基於此，建議政府未來的可行作法如下：

1. 減量目標與 APEC 宣言接軌

藉由本次會議，可以確立台灣溫室氣體減量目標的依據，亦即以能源密集度為減量目標，並以 2005 年為基準年，以及至 2030 年訂定更積極能源密集度減量目標，例如 30%，高於 APEC 宣言的 25%。一方面可與 APEC 後續減量績效評鑑機制接軌，另一方面，可作為與國內利器關係人溝通的基礎。

2. 積極參與亞太能源科技網絡

透過亞太能源科技網絡平台，建立與先進國家分享科技研發經驗，並適度引進尖端科技，提升台灣溫室氣體減量潛力。

3. 建立完整調適政策架構

調適政策已成為各國因應氣候變遷的重要政策措施之一，由於台灣過去舉辦的兩次全國能源會議乃以溫室氣體減量為主軸，較缺乏整體調適政策架構的建立，基於永續發展的需求，台灣應刻不容緩的建立明確整體調適政策架構，作為未來台灣各級政府施政之參考與依據。

4. 加強區域氣候政策評估模型交流

台灣推動氣候政策評估已具相當經驗與基礎，然而，缺乏正式跨國模型的交流與經驗分享機會，喪失與國際氣候政策評估模型接軌機會，限制評估模型能力提升。基於此，應透過 APEC 平台，建立與相關國家的模型評估交流機制，提高模型評估的可信度。

5. 建立永續森林發展機制

森林是影響碳循環的關鍵一環，台灣已有優良的森林管理能力與制度，然而，對於如何利用森林管理，作為降低溫室氣體排放的政策工具，則國內能力有待建構，因此，積極參與亞太永續森林管理與復育網絡，分享先進國家森林管理與碳匯之計算與評估，將是未來農業部門的重點工作之一。

6. 制定積極與明確造林目標

台灣農業部門應配合本次 APEC 會議制定 2,000 萬公頃的造林目標，積極評估台灣造林的潛力，以及規劃具體目標的訂定，除一方面響應大會宣言之外，另一方面，可擴大台灣溫室氣體減量潛力，降低經濟部門與運輸部門的減量壓力，是最符合國家永續發展的策略。

7. 選擇符合國情的低碳能源科技

本次宣言尊重 APEC 會員國低碳能源科技選擇，換言之，台灣高能源依存度的經濟與社會環境，基於能源供給安全與降低溫室氣體考量下，台灣應積極發展各種低碳能源科技，包括再生能源、生質能源、核能以及 IGCC

搭配碳捕集等。

附錄

(一) 行動議程

以下有關氣候變遷、能源安全，與潔淨發展的 APEC 聯合行動與倡議，意味著將對全球溫室氣體排放減量提供進一步的貢獻，而相關行動與倡議與 UNFCCC 的目標與原則是一致的。執行這些行動議程、共同研究、發展、推動與技術移轉將是重點工作。

(二) 能源效率

提升能源效率是增進能源安全與降低溫室氣體排放的最具成本有效方法，同時，可兼顧經濟成長與發展。在不違反其他公約的承諾原則下，應採取以下行動：

1. 在 APEC 區域內，追求降低能源密度，並以 2005 年為基期，在 2030 年之前，達到降低 25% 能源密度的目標。
2. 鼓勵所有 APEC 會員體訂定個別目標與行動計畫，以提升能源效率。並在稟持以上理想目標的大原則下，能夠考量不同經濟體的經濟與社會環境的差異性。
3. 同意透過 2007 年 5 月 APEC 能源部長會議所成立的自願性 APEC 能源同儕評鑑機制(Voluntary APEC Energy Peer Review Mechanism)，以促進績效進展的評鑑，並在 2010 年提報 APEC 領袖。

(三) 森林

森林是維繫碳循環的關鍵角色，鼓勵造林(afforestation)與復林(reforestation)之際，同時透過永續森林管理、對抗非法盜伐、及經濟與社會規範，抑制林木濫砍、林象破壞以及森林火災。主要工作如下：

1. 制定 APEC 區域應於 2020 年以前，增加森林面積 2,000 萬公頃目標。
2. 歡迎 2007 年 7 月在雪梨開始的森林與氣候全球倡議。
3. 歡迎 APEC 經濟體採用其他相關的政策工具，例如永續森林管理的法制工具。

4. 同意成立永續森林管理與復育的亞太網絡，以提升林業部門的能力建構，及強化資訊分享。推動相關森林倡議的合作，例如亞洲森林夥伴關係等，均是重要工作。
5. 與相關的國際機構合作，以發展森林計畫夥伴關係，例如由世界銀行倡議的森林碳夥伴機構(forest carbon facility)等。

(四) 低排放技術與創新

共同研究、發展、推動與轉移低度與零排放技術是因應氣候變遷的重要，因此，將採取如下行動：

同意成立亞太能源科技網絡以強化區域內能源研究的合作，並歡迎 APEC 區域所有研究單位參與這個網絡。該網絡的目標是促進研究連結與合作，例如潔淨化石能源與再生能源等。同時，亞太能源科技網絡將於 2008 年舉辦能源研究研討會。

(五) 替代與低碳能源使用

為促進低碳能源使用，應推動的政策與管制措施如下：

1. 同意推動低與零排放能源使用政策，並透過 APEC 能源工作小組，推動潔淨燃煤與碳捕集與儲存等科技發展。
2. 透過 APEC 生質燃料(biofuel)工作小組，制定生質柴油品質標準。
3. 藉由國際夥伴關係及相關領域經濟體，積極發展甲烷、氫能、再生能源、及碳封存技術等，並以亞太清潔發展與氣候夥伴關係成員，共同致力於新技術研發。

(六) 能源安全

可獲得(affordable)與安全的能源供給是經濟成長與永續發展的關鍵因子，且將持續努力以滿足 APEC 區域的長期能源需求問題。

(七) 環保商品與勞務的貿易

一個開放的全球貿易與投資體系是促進潔淨發展目標的基礎，維護 WTO 市場開放精神，有利於氣候與能源安全目標的達成。擬採取行動如下：

應檢視與討論 2008 年 APEC 領袖會議，有關 WTO 杜哈回合談判在環境商品與勞務的貿易自由談判進展。

(八) 民航運輸

應正視航運的溫室氣體排放，如何建立合作行動，是未來重要的工作：

1. 未來有關航運排放之相關氣候衝擊，需要反映所有經濟體的利益，例如國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)須在雙方共識與相關國際法律工具上，發展平衡航運排放與航運發展之方法。
2. 採納 2007 年 APEC 交通部長於三月通過的 APEC 公私部門計畫，以推動因應溫室氣體排放之實質合作措施。
3. 同意於 2008 年初召開第二次 APEC 為因應航空溫室氣體排放策略會議，會議主軸以航空交通管理系統、航空器之設計與替代燃料等關鍵領域的進階工作。

(九) 政策分析能力

加強對話及政策與科技合作，有助於各項努力措施的落實，未來行動如下：

1. 加強能源效率提昇與溫室氣體減量政策之交流。
2. 促進區域經濟模型和相關機構間的合作，並分享氣候變遷政策之經濟評估意涵的經驗與專業知識，例如經濟和社會對氣候變遷衝擊的調適措施。

(十) 海洋與海岸資源

永續海洋與海岸資源是碳循環的一環，應採取如下行動：

推動海域生態資源保育之「珊瑚礁、漁業與糧品安全」的珊瑚礁三角帶倡議(Coral Triangle Initiative)。

(十一) 推動共同利益

確認因應全球環境挑戰的同時，可以促進永續發展。

十、「華盛頓氣候變遷與能源安全經濟會議」(2007/10)

2007 年 9 月 27 日至 28 日美國邀請全球 17 個主要經濟體國家與聯合

國 (United Nations),⁶⁸ 共同於美國華盛頓(Washington)舉辦「氣候變遷與能源安全經濟會議」(Major Economies Meeting on Climate Change and Energy Security), 該會議目的主要是延續美國布希總統於今年 G8 會議倡議, 包括全球共同分擔溫室氣體氣候減量責任、提升能源安全與效率、以及促進更強勁的經濟成長等。

各國代表發言均重申在「共同但差異責任」下, 均願意善盡溫室氣體減量責任, 並承諾致力於年底在印尼 Bali 舉行的第十三次締約國大會奠立談判與協議的基礎, 以期能夠於 2009 年制定一份新的全球溫室氣體減量架構。聯合國氣候變化綱要公約秘書長帝鮑爾(de Boer)受邀至大會演講, 指出全球應依據科學報告推動兼顧經濟發展與溫室氣體減量的實際與有效的行動, 帝鮑爾提出以下五點關鍵議題, 包括制定長期目標(long term goal)、工業化國家階段行動(specific intermediary steps for industrialized countries)、開發中國家的未來行動(future engagement by developing countries)、調適(adaptation)、及氣候變遷的資金(financing the response to climate change)等。

以下將分別簡述帝鮑爾五點演講內容, 以及「氣候變遷與能源安全經濟會議」的重點內容, 作為我國施政之參考。

(一) UNFCCC 秘書長的五點關鍵議題

1. 制定長期目標與行動議程

依據 IPCC 的情境模擬分析, 為穩定大氣溫室氣體濃度在 450ppm, 以及控制溫度上升 2-2.4⁰C 水準, 僅能允許全球溫室氣體排放量於未來 10-15 年間成長至高峰, 進而開始減量, 並達到 2050 年排放量低於 2000 年排放水準的 50%。

2. 工業化國家的階段性減量工作

- (1) 工業化國家基於其經濟能力與過去排放歷史責任, 應繼續承擔領導全球溫室氣體減量的工作, 並且應不斷提升其減量績效;
- (2) 歐盟已承諾於 2020 年削減溫室氣體排放量 20%, 依據最近舉行的「維也納氣候變遷對話」(Vienna Climate Change Talks 2007),

⁶⁸包括美國、澳洲、巴西、加拿大、中國、歐盟、法國、德國、印尼、印度、義大利、日本、墨西哥、俄羅斯、南韓、及南非等國。

附件一國家承諾第二減量承諾期將削減 25-40%(相較於 1990 年排放水準)，將是未來國際減量協商的基礎；

- (3) 加強各國申報資料的遵約與監測機制，是確保公平性與效率性的基礎；
- (4) 透過清潔發展機制(CDM)是達到附件一國家的減量目標的成本有效方法，同時促進開發中國家綠色經濟成長(green economic growth)，基於此，未來應擴大碳市場功能；
- (5) 能源與運輸部門是未來溫室氣體減量的關鍵部門，應提高與擴大相關政策與措施的有效性，是促進產業轉型與調整的基礎；
- (6) 應加強永續性土地管理(sustainable land management)，維持高效率碳匯功能，有助於減緩溫室氣體排放；
- (7) 加速環境友善科技發展，並促進商業化，是後京都解決全球溫室氣體排放的關鍵課題。

3. 開發中國家的未來行動

推動部門自願性減量協議是開發中國家的主要減量策略，同時，透過 CDM 綠色投資與加強碳市場發展，加速其經濟發展，是提高開發中國家減量意願與誘因。開發中國家對氣候變遷的回應，涉及下列三點：

- (1) 基於全球永續發展，同時減緩與降低氣候變遷衝擊的脆弱性；
- (2) 擴大所有開發中能夠強化其永續發展機會；
- (3) 基於公約「共同但差異性責任」。

4. 調適

後京都的氣候變遷方案應包括調適與資金兩項，基於此，應特別關心低度開發與小島國家的調適與資金需求。雖然清潔發展調適基金(The Clean Development Mechanism Funding)可提供部分基金，然而，仍有待基金規範擴大，因此，建立一個可信賴機制有其必要性，例如抽取部分排放交易費用等。

5. 氣候變遷的資金

估計至 2030 年，降低溫室氣體排放量至目前水準需要約數十億美元投資，其中，約有 86% 溫室氣體減量資金來自私部門，引導該資金流向氣候友善(climate friendly)與關鍵性氣候投資(climate proof investment)是最重要議題。其中，藉由碳市場功能，可以促進資金流向有利方向，因此，透過

加強公私部門合作，引導資金流向氣候變遷投資項目，將是未來的重要課題之一。

基於上述五項未來全球解決氣候變遷關鍵議題，帝鮑爾提出四點建議：

- (1) 擴大全球合作機制，同步加強溫室氣體減量與氣候變遷調適，促進全球永續發展，其中，科技是關鍵因子，必須強化碳市場功能，強化氣候友善科技發展；
- (2) 工業化國家更積極的減量承諾，以及強化開發中國家的減量措施，是奠立未來建立多邊減量架構的基礎。
- (3) 必須尊重「共同但差異性責任」與「能力」等公約減量承諾原則；
- (4) 整合全球資金，協助低度開發與小島國家處理調適問題。

(二) 華盛頓氣候變遷與能源安全經濟會議重點內容

1. 各國代表發言重點

- (1) 建立長期全球溫室氣體減量目標，並與永續發展目標相平衡；
- (2) 依據共同但差異責任與能力條件，各國應致力於環境有效的政策措施，落實全球溫室氣體目標的達成；
- (3) 加強科技投資，並瞭解開發中國家對潔淨能源科技融資的需求；
- (4) 溫室氣體減量與調適政策是同等重要；
- (5) 重申植樹造林對減緩溫室氣體排放的重要性；
- (6) 利用價格機能激勵潔淨源科技發展；
- (7) 後京都(2012年以後)的國際減量協商，對未來溫室氣體減量具有重要影響力；
- (8) 已開發國家於短、中期，仍需推動強制性的減量承諾。

2. 界定各部門科技發展機會

在各項科技發展之中，應致力五項領域重點科技發展，包括：低碳化石燃料電廠、運輸部門、土地使用、能源效率、及金融，如下說明：

- (1) 燃煤電廠結合碳捕捉與封存；
- (2) 發展運輸部門低碳燃料；
- (3) 提升車輛效率與發展電動車；
- (4) 加強植樹造林與覆蓋，促進森林的永續性收穫與生產，提升碳匯能力；

- (5) 發展低碳科技，包括核能、風力、生物能源、再生能源、及其他相關制度；
- (6) 排除市場障礙，促進能源效率提升；
- (7) 創新潔淨科技融資與資金移轉制度，降低投資風險。

3. 美國白宮對該次會議的立場陳述

- (1) 建立一個協商程序，並應於 2008 年達成長期全球溫室氣體的減量目標；
- (2) 各國應綜合考量本身能源安全、未來能源需求、以及發展的優先順序，面臨平衡能源安全與因應氣候變遷之挑戰下，研擬中期國家減量目標與策略；
- (3) 積極推動最迫切的潔淨能源科技研發；
- (4) 界定潔淨能源科技發展、融資及商業化之機會與挑戰的關鍵課題，以及尋求解決潔淨能源關稅與非關稅貿易障礙之問題；
- (5) 發展更長期、更透明、以及更可信賴之溫室氣體減量與改善能源安全行動方案的檢視機制，以利目標的達成。

4. 長期溫室氣體減量目標

由日本、加拿大與歐盟發表的長期溫室氣體減量目標，受到與會者深入討論，認為任何長期目標的制定，是展現各國溫室氣體減量的抱負，不必然與「責任分擔」

(burden sharing)連結。各國對長期目標看法如下：

- (1) 應與氣候變化綱要公約第二條一致性；
- (2) 必須以科學評估為基礎；
- (3) 必要與短、中期環境有效措施與行動相連結；
- (4) 應該能夠反映全球積極努力減量的決心；
- (5) 應該考量各國「共同但差異責任」與能力兩因素；
- (6) 必須掌握未來低碳能源科技的發展規模與時程；
- (7) 應考量調適對永續發展策略的重要性，以及產生的調適成本；
- (8) 應該考慮開發中國家歷史排放量、人均排放量以及發展需要等因素，作為減量目標設定的參考；

(三) 對台灣啟示

依據 UNFCCC 秘書長帝鮑爾先生提出的五項關鍵議題，就台灣可行的作法中，仍存在諸多努力空間，建議政府未來的可行作法如下：

1. 制定長期減量規劃目標

制定長期(2050年)減量目標已是國際發展趨勢，其主要考量科技發展與長期努力決心兩因素，換言之，台灣在規劃溫室氣體減量目標時，應修改為2030年與2050年為中、長期目標，以利與國際比較。此外，規劃時間足夠長，諸多科技均成為經濟可行，因此，有利減量目標的規劃與達成。

2. 及早規劃共同但差異責任

後京都減量協商，仍然以「共同但差異性責任」與『能力』兩關鍵因素為主軸，因此，台灣應及早依據上開因素，同時考量歷史排放量、人均排放量以及發展需要等三因素，規劃台灣溫室氣體減量責任的國際定位，作為國內、外溝通的基礎。

3. 建立計畫性減量機制

CDM 是促進氣候投資方向的關鍵機制，由於台灣無法參與國際 CDM 計畫，然而，台灣可以將 CDM 精神移植至國內，建立國內計畫性減量機制，包括減量計畫審核、減量費用補助、與認可其減量信用等，可以提高部門自願減量誘因，並連結未來國內推動的排放交易制度，是落實產業部門自願性減量的關鍵。

4. 加速建立台灣碳交易市場

碳交易市場是整合政府與私部門氣候政策與資金的重要機制，藉由碳交易市場，可以引導私部門資金投入於氣候友善投資，促進氣候友善科技發展，是解決國內溫室氣體排放的重要措施。

5. 成立「調適基金」，建立綠色外交

台灣的邦交國大多屬低度開發與小島國家，台灣應成立「調適基金」，協助邦交國遭受氣候變遷脆弱性的改善，提升台灣對國際社會善盡氣質變遷責任的形象。

6. 建立永續土地管理機制

土地使用改變是導致溫室氣體排放的主因之一，建立永續土地管理機制，評估土地開發的溫室氣體排放效果，作為土地開發的評鑑因子之一，如此，可以提高土地的有效利用與維護土地碳匯功能。

7. 制定明確的低碳科技配比

低碳科技包括核能、風力、生物能源、及再生能源等，我國應配合長期目標規劃，重新制定核能、風力、生物能源以及再生能源的發展配比，奠立國家長期邁入低碳社會的基礎。

文獻參考

UNFCCC(2007), Major Economies Meeting on Climate Change and Energy Security, Address on behalf of the Secretary General of the United Nations by Yvo de Boer, Executive Secretary.

www.state.gov/g/oes/climate/mem/93021.htm.

附件四：期中審查意見及處理說明

審查委員	審查意見	處理說明
<p>一、王委員 塗發</p>	<p>1. 模型的運作及假設是很重要的，在有關模型裡面整個假設是什麼，及其中給定的參數或由模型以外其他的模型所推估出來的參數，都需要經過肯定。</p> <p>2. 此模型用來做預測的可信度也需要先做些測試。尤其在長期預測，必須先讓人了解其可信度，目前此報告還看不出來。另外，現在做模型最困難的是其轉折點，若預測一直是往下或往上的趨勢可能都是有些問題的。</p>	<p>1. 我們很認同王委員對模型之理論合宜性、及假設與參數之重要性的重視。因此，本計畫在建構及分析過程中，皆已掌握各項問題，並盡最大可能調適之。TAIGEM-III 模型源自 2000 年的 TAIGEM-D，至今已屆滿七年，其與 IPCC 及 EMF 所引述的多種 CGE 模型，具有同種理論基礎，研發方向亦與國際趨勢一致。在這過程中，研究團隊成員與澳洲 Monash University 長期合作，不僅逐年改善更新理論與資料，而且也曾協助經建會、環保署、能源局、工業局、農委會、工研院能環所、台綜院、台經院、產基會等單位，執行相關議題之經濟影響評估，應用本模型研究溫室氣體相關議題而在國內外發表的期刊與會議論文多達 50 篇以上，培育 20 餘位碩、博士生（多位已擔任教授）。</p> <p>此外，參與本模型的研究人員遍及國內多所大學的教授，彼此分工合作，舉辦過無數場次的研究成果發表會與專家座談會，就資料正確性及成果可靠性接受無數次的考驗。</p> <p>我們知道模型研發是一項永無止境的工作，日後仍將朝此方向繼續努力。</p> <p>2. 預測結果的可信度當然也是我們不會忽略的重點。為此，本團隊針對若干重要彈性，自行推估，其成果在先前各年的計畫報告中均有披露，並廣被工研院的 MARKAL 模型、台電公司的長期負載預測援用參考。</p> <p>就模擬預測結果的可信度而言，本模型不像一般經濟計量模型</p>

		<p>可有統計量加以檢定，因此，除了從理論與資料力求正確之外，亦設有「歷史模擬」的檢驗機制，確保模型能合理預測過去已經發生的歷史實績。目前本模型對於經濟成長率、產業結構變動、能源需求等重要變數的歷史預測結果亦均揭露，深受肯定。</p>
	<p>3. P74 有提到現在提出的雙重紅利無法成立，其中指出：</p> <p>(1)稅率結構未臻合理：這部分不知指的是什麼，若是在指這幾個版本提出的稅率結構，本來這些版本提出的稅率結構都各有其目的，應該要視其目的為何。</p> <p>(2)租稅交互效果超過稅收循環效果：如何從模型中看出租稅的交互效果及稅收的循環效果，此報告的模型似乎沒有顯示出來。</p> <p>(3)能源結構調整不易：為何調整不易，可能牽涉到模型的參數值。</p> <p>(4)產業轉型不易：其中產業結構的相關彈性值是如何推估出來的，其可能牽涉到未來各種不同的能源及其技術。</p> <p>(5)再生能源未能有效取代化石能源：其牽涉到相對成本及技術進步的問題。未來的技術進步是很難掌握的。</p>	<p>3. 根據研究成果顯示，雙紅利並非理所當然的結果，其存在與否取決於許多條件。此處所列各項理由，僅係用以解釋雙紅利無法成立得潛在原因。</p> <p>(1) 我們相信各版本所定稅率的背後，都各有其目的，而目的不同時，稅率結構亦當隨之而異。因此，此處所指的意思是說，「如果稅率並非達到既定目的所需之最適稅率（即未臻合理），勢難期待原有目的可以落實。」換言之，要達到雙紅利，亦需有適當的稅率結構；因此，如果雙紅利為首要目標卻無法實踐，則費率結構的合理性不失為根源之一。</p> <p>(2) 目前確實無法分別衡量出租稅交互效果與稅收循環效果，但就理論而言，前者超過後者仍不失為第二重紅利無法成立的原因之一。</p> <p>(3)、(4) 在本模型中，產業結構（亦即各產業部門之附加價值的配比）是一個內生變數。根據本模型歷史模擬的結果顯示，經濟成長率、產業結構變動、能源需求等重要變數的歷史預測結果均與實績值極為接近。</p> <p>(5) 我們同意王委員關於「未來的技</p>

		<p>術進步是很難掌握」的觀點。目前再生能源成本高，相對於化石能源不具競爭優勢，因此，內生化的求解結果都顯示再生能源進入市場的機會難以樂觀。由於再生能源的未來技術進步及成本走勢充滿不確定性，因此，本模型現階段均將再生能源的需求外生化，參考全國能源會議的規劃目標予以設定。</p>
	<p>4. 現在做幾個比較，我、陳委員及財政部的版本，本來就已界定租稅中立，收了多少要用到哪裡，有沒有必要做統收統支的模擬，我認為基本上是沒有意義的，我們提出來就代表排除統收統支，因為租稅中立在課稅的時候就是從含碳量、高熱值去考慮，本來就不是為了要加稅，統收統支則是為了要加稅，那個不用做就曉得對經濟是不利的。</p>	<p>4. 從學術角度而言，我們認為多進行一些情境模擬分析，還是有意義的；其結果至少顯示不同的運用方式，確實會衍生出不同的影響（這也有助於反映模型的效能），其中也顯示王委員的版本相對於「統收統支」的稅收運用方式，亦具有絕對優勢。</p> <p>我們相信委員所提能源稅條例的初衷並非著眼於「加稅」，但即便是基於「租稅中立」，只要總稅收因開徵能源稅而增加，就無法避免「稅收增加」的效果。</p>
	<p>5. P52 應該將如何校準及其結果都加以說明。且報告中預測到 2025 年及 2030 年，整個結構變化太大，無法得知其校準的結果如何。</p>	<p>5. 如前所述，歷史模擬校準的結果在以前的計畫報告中均曾揭露，本報告表 2-27（頁 59）也提出能源需求的校準結果，頗能反映歷史實績值。</p> <p>至於對未來的預測，是在歷史模擬結果可被接受的前提下才進一步進行的，其結果並無法進行校準。換言之，CGE 模型與經濟計量模型不同，後者可以就預測結果進行統計檢定，而 CGE 模型則藉由歷史模擬的結果來認定預測結果的可接受性。</p>
	<p>6. 預測用的歷年資料其準確度如</p>	<p>6. 為了增進外生變數之數據的可靠</p>

	<p>何？此報告同時採用狀態空間模型與 ARIMA 模型進行預測，並取兩者之平均值做為 TAIGEM-III 之設定值，但每個模型背後的邏輯是不一樣的，直接將兩者拿來平均的意義為何？</p>	<p>性，本研究針同時採用不同預測方法就多個變數進行預測，雖然可用「模型選擇」指標來選擇其中一個，但為慎重起見，本研究先後採用不同預測模型的結果來設定，二者平均亦為其中之一。</p>
	<p>7. P53 的資料中，人口數及家戶數都是逐年下降，沒有反轉的情形。通常 ARIMA 模型用的樣本應該要超過 50 個，這裡使用的是年資料，不知其樣本是否夠大？</p>	<p>7. 因資料的限制，一定要取得 50 個樣本點，有實務上的困難。正因如此，同時也為增進可信度，本研究同時採用不同預測方法，其預測值事實上相去不遠，顯見預測值相當穩定。</p>
	<p>8. P54 消費者物價指數的部分，也是採用此方法，但其實實際物價是會有些波動的，可是此推估結果卻沒有辦法反應其波動情形。</p>	<p>8. 影響 CPI 的經濟因素及非經濟因素眾多，故歷史資料必然會有波動。但在預測未來時，有許多非經濟因素並非模型所能捕捉。由於此一變數的預測結果是基準情境中的設定值，屬於 BAU 的性質。未來或可改善預測方法，或使之為內生求解。</p>
	<p>9. P55 目前的能源價格是非常難預測的，連美國的預測也在調整，台灣的石油與煤價相對其他國家是偏低的，從報告中可以看到，最高的價格在 2006 年的 52.75 美元，之後一直往下降，到 2015 年時最低價格為 42.04 美元，然後再往上升，此即為轉折點，雖然沒有辦法完全解釋波動，但我們也無法拿國外的來預測。若石油的相對成本偏低，再生能源的相對價格便偏高，那麼跑模型的結果也會偏，所以應該要考慮這部份的調整。</p>	<p>9. 王委員的此一意見很好，未來可參照改進。如同王委員所言，國際能源價格的預測非常難，國內也沒有相關資料可考，因此，過去關於國際能源價格的預測，本研究團隊都與工研院能資所的 MARKAL 模型協商，取得一致性的預測資料，而且掌握可得的新資料，隨時加以更新。</p> <p>無論採用何種預測數據，總有爭議之處，未來除採用可得的新資料外，亦可進行敏感度分析。</p>
	<p>10. P56 談到核四機組運轉造成的排擠效果，會造成其他公共部門的投資，也就是說排擠其他產業的投</p>	<p>10. 從台電的個體來說，王委員所言極是；但本研究是從國家整體的資源配置觀點來處理。事實上，本研</p>

	<p>資，但其實核四是台電的計畫，應該是排擠到同樣為台電電力部門的其他部門，而非排擠到政府其他的公共部門。</p>	<p>究過去也不曾考慮此一排擠效果而進行模擬，但經過多年的專家座談及模擬結果的驗證，做此考慮較為妥當。</p>
	<p>11. P57-58 對能源密集度的外生化設定做校正是很好的，且此模型也預測出能源密集度在 2020 年會下降到 20%。至於未來的技術配套方面，我們相信工研院等專家比較能掌握。因為影響到未來的相對成本，所以在決定不同發電技術間的相對成本需考慮其替代程度，國際上再生能源的技術成本下降的非常快，規模量產之後每年的成長率為 30-40%，現在也有人預測台灣未來 10-20 年的太陽光電產業，其負荷成長率為 30-40%，不過不知在此報告中的再生能源技術配套是否有充分反應出來，因為若只是從台電的資料是看不太出來的，且前面的石油價格偏低 這裡的再生能源又偏高，此模型跑出來的結果會不好。</p>	<p>11. 如前所述，目前再生能源成本高，相對於化石能源不具競爭優勢，因此，內生化的求解結果都顯示再生能源進入市場的機會難以樂觀。由於再生能源的未來技術進步及成本走勢充滿不確定性，因此，本模型現階段均將再生能源的需求外生化，參考全國能源會議的規劃目標予以設定。</p>
	<p>12. 內生化的產業結構是如何調整的？</p>	<p>12. 本模型所謂的「產業結構」係以各產業之附加價值的佔比為衡量基礎，因此，產業結構內生化調整是因為代表附加價值之各成分變數因政策衝擊而隨時間經過而變動的結果。</p>
	<p>13. 對於 P75-79 為何課徵能源稅到 2015 年或 2017 年便產生正的就業效果，除非看到模型中變數的調整，否則很難讓人理解此情形。</p>	<p>13. 主要原因有二：在 2017 年前，因稅率逐年調升，之後則停止，經濟成長率與就業因乃正向反彈。此外，稅收用以取代的扭曲性租稅大都與減輕業者成本有關，而可用稅收復逐年增加。</p>
	<p>14. P79 提到財政部版本的減量成本至 2030 年將轉為負值也是有疑慮的</p>	<p>14. 減量成本轉為負值的意義在於「減量不但不成為一種負擔，反而</p>

	部分。	成為有利的經濟活動」。我們認為，在長期下，隨著技術進步與能源效率提升，這種「無悔」情境並非不可能，否則減量將成為永恆的經濟負擔。
二、陳委員明真	1. 若單純把貨物稅取消的話，對經濟是否會好一點？是否有評估過此情境？	我們是還沒對此情境評估，從理論上來推估，對企業界、經濟活動的提升是有幫助的，但也會使政府的稅收減少，包括對移轉性支出、政府的公共投資、消費支出等會有負面的影響，其一正一負的影響還需評估，但以我個人的觀點來看，短期內之正面的影響應該較大。主要是貨物稅為一扭曲性的租稅，其取消之後將使損失減少，效率提升，另外企業的負擔也會減少。在長期下，則可能反是。
	2. 您可能誤會我原來的意思，我不是主張統收統支，而是稅收中立，要把多少拿來減營利事業所得稅，必須要做不同的敏感度研究 (sensitivity study) 才知道哪種效果最好。	2. 本計畫就陳委員版的稅收運用方式之所以設定為「統收統支」，是因為在條例草案中沒有明白設定用途（王委員版則有）。我們認同陳委員關於稅收應如何配置運用的問題以及敏感度分析的重要性，這是一個很重要且值得深入研究的議題，尤其是現有評估結果已經證實「不同支用方式的效果確實不同」。惟本計畫成立之初，並不以稅收的最適配置為主要研究目的，而是為比較不同版本的影響差異。 未來應可參考陳委員關於稅收運用方式的構想，重新進行評估，不過，其中用於教育科研的效果評估機制，尚未在本模型中建立整備，故需較長的時間來建構可行的評估機制。
	3. 有一個結論提到，您認為課徵能	3. 同意陳委員的論點。現階段的評

	<p>源稅對經濟會有衝擊，我想說明一下，在課徵能源稅時，可能會造成公司的成本增加，但同時政府降低其營利事業所得稅，並補貼企業對員工的福利支出，其總效果並不見得對此公司不好。即使稅的部分無法控制，但政府有補貼其對員工的福利支出，另外，此公司還可加強可以控制的部分，如能源節約，因此課徵能源稅對一家公司是正面還是負面影響，要看其配套措施如何。</p>	<p>估結果也反映出「配套措施」（如稅收配置）的重要性。</p>
	<p>4. 我認為台灣企業的應變能力非常強，假使能源價格加稅之後上升10%，企業一定會有許多方法降低其帶來的衝擊，如大家會開始不買耗油車等。</p>	<p>4. 我們也認同陳委員關於「企業應變能力」的觀點。因此，在模型中已經設有自發性能源效率提升的機制。就油氣類之廠商或消費者而言，因應能源稅衝擊的調適行為（如改變製程、更新設備、選購高效率汽車等），除了要有技術可及性及經濟可及性之外，更需有一段調整時間，並負擔調整成本。</p>
	<p>5. 基本上我們的配套措施並沒有浪費，課徵能源稅後，透過退稅及補貼以達到稅收中立。若將稅收給政府做造橋修路或償債，可能是種浪費，是不會讓經濟成長的，但若是投資人力資源或還給企業或個人，不論是拿去投資或存款，對經濟大致上都是正面的，且企業或個人可能會因為想降低其成本而節約能源。因此，本人對此模型不太信服。</p> <p>創新不只是新能源的開發，還是舊能源的使用效率提升，這方面絕對不要低估台灣企業的能力。</p>	<p>5. 陳委員提到目前在課徵能源稅並沒有浪費，但為什麼效果還是為負的。茲說明如下：</p> <p>(1)即使租稅中立，只要總稅收增加，對企業及民眾都是一種負擔。一旦課稅，社會就難免有「無謂損失」；此外，稅收重分配後的資源配置效率不必然高於稅前由民間企業自行運用這筆經費的效率（因此重分配也有機會成本）。</p> <p>(2)要藉由能源稅來增加正面的經濟效果，並非不可能（例如行政院版），影響結果的關鍵因素很多（包括稅收的妥善應用）。再者，這種正面效果並非一蹴可及，需要足夠的時間來調適（一般的靜態模型是難</p>

		<p>以反映這種現象)。</p> <p>(3)對於陳委員「不太信服」評估結果，我們感到很遺憾。但是，請陳委員瞭解：(a) 陳委員版的評估結果是立基於「統收統支」的情境下，其效果當然會比較差；並非所有版本都是負面的。(b) 不能只憑「經濟影響為負」的結果，就否定模型的可信度，陳委員至少應該重視能源稅之 CO₂ 減量效果所帶來的正面效益。(c) 本報告的評估結果與國外許多相關研究的結果相當一致，也有理論根據。(d) 影響結果的關鍵因素很多（包括稅收的妥善應用、技術創新的速度），正面效果並非一蹴可及，需要足夠的時間來調適。(e) 即使沒有看到對 GDP 正面的影響，也不能將之當作反對課徵能源稅的理由，因為我們還有其他正面效果，例如 CO₂ 減量效果、所得分配改善效果（此一效果目前無法反映）等。(f) 能源稅並不是提升 GDP 或 CO₂ 減量的唯一理想工具。預期能源稅足以創造雙紅利並非想當然耳的命題。</p>
	<p>6. 對於減稅是否能助於經濟成長我很懷疑，因為減稅會影響政府正常的開支，並使政府無法請到最好的人做決策，學校水準也無法提升。太高或太低的稅收都不好，太高是不好，太低在短期看雖好，但長期還是會影響政府該做的事，最終也會影響大家的投資意願。</p>	<p>6.與課稅的原理一樣，減稅的效果有正，也有負，短期與長期下的效果也不盡相同。此外，政府所面對的財政負擔當然也不同，因此，減稅與加稅的效果也不適完全對稱的（symmetric）。</p>
	<p>7. 課徵能源稅並不是要用來償債，而是做些更有意義的事，如人力投資、教育投資及整個國家的科技研</p>	<p>7. 我們認同陳委員關於稅收應如何配置運用的問題，這是一個很重要且值得深入研究的議題，尤其是現</p>

<p>發，包括再生能源的研發等。我認為課徵能源稅完全沒有浪費，且價格信號較正確，還可做到節約，這也是課徵能源稅的目的。再加上能源稅逐年調升，民眾也可預測未來的價格以先做因應。目前還沒有確切的數字應該課徵多少稅，所以我原來希望研究機構可以找出最好的減稅方式。多少配置到營利事業所得稅，多少配置到個人綜合所得稅，多少配置到其他領域方面，但唯一確定不做的是償債與公共建設。</p>	<p>有評估結果已經證實「不同支用方式的效果確實不同」。</p> <p>惟本計畫成立之初，並不以稅收的最適配置為主要研究目的，而是為比較不同版本的影響差異。</p>
<p>8. 假設開徵能源稅，同時政府再採取降低企業的營利事業所得稅及補貼其員工福利，且兩者金額相等，可是此時企業開始節約能源以降低其成本，所以照理說此家企業的財富應該是淨增的，但好像模型中沒有反應出此現象，沒有顯示出正面的效果。</p>	<p>8. 即使將稅收全數回歸業者，以維持租稅中立原則，但是，只要總稅收增加，對企業及民眾都是一種額外的負擔（相對於稅前）。</p> <p>至於節約能源，主要源自要素之間的價格效果，未必代表能源效率的提升。此外，個別業者的繳稅額度，也不必然等於其所可能或得的補貼，由於部分稅收還得用於補貼業者之外的其他用途（例如降低綜所稅、增加教育研發、環境保護等支出）。因此，在短期內，預期課稅會增加企業的淨財富，是很難被接受的觀點（業界會有反對開徵能源稅的聲音，與此不無關聯）。</p>
<p>9. 政府應該是哪年開始開徵能源稅，哪年就開始減少營利事業所得稅及補貼員工福利，所以正面效果應該是很快就會發生的，在總體經濟方面，其總財富是不變的，即其他要素不變，但企業會減少購買能源的開支，這對我們國家的經濟影響應該是相當大的。</p>	<p>9. 我想陳委員關於「正面效果應該很快就會發生」及「總財富不變」的觀點，是與研究團隊有些出入，箇中許多原因都已經在前面說明過。</p> <p>值須一提的是，本研究的評估結果並未全然否定增加 GDP 的可能性，此與稅率及稅收用途均有關聯。</p>

	<p>既然我們向國外購買能源的量減少了，同時能源使用效率又增加，為何尚未能看到對 GDP 正面的影響，這點是我無法理解的。</p>	
	<p>10. 我希望將來的研究團隊可以對模型中的眾多變數做敏感度研究 (sensitivity study) · 且我認為未來應該能源價格應該會上漲如張忠謀所說的到 100 美元。</p>	<p>10. 針對國際能源價格進行敏感度是一個可行的建議，未來研究團隊可遵照辦理。</p>
<p>三、黃委員耀輝</p>	<p>1. 委員們為何要建議課徵能源稅，就是因為現在的能源價格不合理，所以要透過課能源稅來達到合理的能源價格。台灣現在偏低的能源價格下，造成了很多浪費，雖然我們無法得知何謂最適當的價格，但與國際上的價格相比，我們的確偏低了很多，所以課徵能源稅的立意是很好的，就是要透過課稅來合理化能源價格。不過，課徵能源稅的重點不在稅率，而是其背後的配套措施，若有了合理的配套措施，將可做到處罰浪費能源的人，獎勵節約能源的人。像梁教授啟源及台綜院做出的負面效果，可能是其配套措施沒有反應在模型裡面。</p>	<p>1. 我們相信能源稅的立法動機良善，也瞭解國內油價低於我外的事實，但「要透過課能源稅來達到合理的能源價格」是否是最有效的方法，則不無討論空間（例如促進油品市場自由化，減少價格干預等）。 我們認為，稅率是課徵能源稅時不可輕忽的重點之一（合理的配套措施自不待言），否則怎有可能充分落實徵稅目的？ 就個人對梁啟源教授及台綜院的報告的讀後認知來說，他們也都考慮了不同的稅收運用方式。 在模型中，也有些變數是內生（如 GDP 成長率），有些則外生（如國際能源價格、外生的能源生產力）。至於補貼的影響評估，需俟社會會計矩陣 (social accounting matrix) 建置完成後，即可執行不同補貼型態的影響。</p>
	<p>2. 針對此報告，應該要釐清有關統收統支與專款專用的定義，簡單來說，統收統支就是政府收到一筆收入，透過主計部門，再按照各部會預算上的需求去進行分配，至於專款專用，則是編定一個特別的基金，並指定其用途，如空污費、石</p>	<p>2. 本報告對此二詞彙的定義很 lose，主要是針對三個版本的用途不同做一區分而已，不影響評估結果。</p>

	<p>油基金等，而不是像一般公務預算。</p>	
	<p>3. 此報告在研究各種版本時，對不同委員的版本做不同的情境，這是在不同的情境上一起做比較，解讀的時候必須要很小心，建議應該在同樣的情境上做比較。</p>	<p>3. 應該如何設計情境，端視目的而定。本計畫旨在評估三個版本的影響差異，以供各界參考比較，故須按照各版本的內容來設計模擬情境，不便隨心所欲。</p>
	<p>4. 報告中提到行政院版的情境，2/3用來抵減貨物稅，19%用來當作綜合所得稅的免稅扣除額，但是免稅額與扣除額是不一樣的，免稅額是按照人頭來算的，扣除額分為標準扣除額、列舉扣除額與特別扣除額，若沒有說明清楚，就不曉得是讓哪部分的人減稅，通常低所得者是用標準扣除額，高所得者是用列舉扣除額，還有很多特殊情形是用特別扣除額，所以報告中說到要降低綜所稅，那麼在個人所得這邊是如何分配的，我們似乎無法從報告中看出來。另外，娛樂稅與印花稅其實能課的稅並不多，貨物稅的話，可能在開徵能源稅的第3年或第4年就沒有貨物稅，也就沒得扣減了，這樣的話要如何套用此情境。</p>	<p>4. 在報告第 67 頁已經說明是「抵減綜所稅」。我們認為，用以抵減的項目無論是綜所稅、或免稅額、或扣除額，係由政府事先規劃決定，民眾無選擇餘地，因此也未強調抵減之綜所稅在免稅額或扣除額之間的分配。</p> <p>至於所抵減的其他各項租稅，係按照行政院 95.10.18 決議課稅項目(見表 2-21)處理。</p>
	<p>5. 報告中說到負面效果多於正面效果，且第二重紅利是無法成立的，我想這跟您的模型設定與情境設計、配套措施有關。在結論中說到稅率結構未臻合理，現在的能源價格就不合理了，哪裡有稅率合不合理的問題。目前台灣的工資很低，只能靠大家吸收很低的工資來減低失業率，其實已不存在工資僵固性，我不相信交互效果可以超過稅收循環效果。且我認為能源結構調整不易與產業轉型不易是屬於未來</p>	<p>5. 本報告並未否定雙紅利存在的可能性(例如行政院版)。由於其他兩個版本則反是，其間的差異與模型無關(因為都是採用相同模型)，唯有稅率及稅收用途不同。因此，報告中第 77 頁是用以說明何以不發生的原因。</p> <p>黃委員針對上陳原因提出不同看法，有些出自主觀認定(例如「不相信交互效果可以超過稅收循環效果」)，有些出自不瞭解模型的運作機制(例如「無法從模型中反應」</p>

<p>的事情，能源價格提高之後，即不同的情境之下，如何知道未來能源結構調整不易與產業轉型不易，為了因應未來的高能源價格，企業或民眾會找到方法來解決增加的成本，像這種正面效果是無法從模型中反應出來的</p>	<p>民眾如何解決成本增加的問題)。</p>
<p>簡報 P66 說到能源稅收純屬所得的移轉，而政府在運用公共資金的效率不及民間，此一能源稅的機會成本亦將降低「收入循環效果」。其實政府採用統收統支，將稅收了之後再花掉，並非稅收循環效果，稅收循環效果只是說減少徵收扭曲的稅。</p>	<p>感謝賜教，惟黃委員的見解是狹義的。</p>
<p>6. 一些能源使用效率高的企業，反而得到政府獎勵，大量減低其營利事業所得稅，所以效率越高之企業在課徵能源稅後將會更加受惠。相反的，課徵能源稅會吃虧的，也就是那些能源使用效率低的企業。</p>	<p>我們不認為會有任何業者因開徵能源稅而受惠（相對於不開徵而言），但其成本負擔則可能有別。 黃委員相信絕對沒有負面的影響，我想這與大部分的國內外文獻是衝突的。提高能源稅除了可增加能源效率，還可以拿來補貼，報告中也說明了補貼的分析結果，重點是怎麼去規劃配套措施，像行政院提出的配套措施就可以創造正面的效果。</p>
<p>7. 能源稅可以反映外部成本，不會有重複課徵的問題。像固定污染源是按照排放，那我們不會放入能源稅，但像移動污染源，是按照汽油、柴油的消費量來課徵，例如空污費將來就可以按照重量課徵的方式納入能源稅，所以這個反應，絕對是根據實務上可以操作的情境來設計。至於現在空污費的設計合不合理，我們可以看到目前徵收的太</p>	<p>能源使用的外部成本在於空氣污染及 CO₂ 排放，前者已徵空污費，後者對我國而言，則是微不足道（主要還是在於溫室效應絕非我國單方所造成的，相反的，我國反而是其他排放大國大量排放的受害者）。反映外部成本之說，實在難以服眾。關於開徵能源稅的目的，可以參考中技社在「碳經濟」第 4 期（2007 年 2 月出刊）的論述。</p>

	<p>少，民眾根本沒感覺，當然沒有什麼效果。</p> <p>8.其實不同的配套措施可能會有不同的結果，所以課徵能源稅還是會有正面或負面的效果，且在模型設定上有很多變數也可能影響到結果。另外，能源稅適不適合實施，一方面需要適當的配套措施，應該任由市場自行運作，以反映國際上的價格，至於外部成本的部份再由政府來處理。我們可以假設一個情境是將市場的能源價格調高到與歐美或亞洲競爭對手的程度，沒有政府介入，研究其對經濟社會產生什麼影響，再假設另一個情境是政府課徵能源稅再減營利事業所得稅，然後比較這兩個情境，結果將可知政府是否應課徵能源稅。</p>	<p>感謝賜教。</p>
<p>四、盧顧問誌銘</p>	<p>1. 有關能源稅的議題在很多的場合都有討論過，在模型上的細節每個人有個人的意見，歐聯在做能源稅或能源政策分析時，以及能源政策中心(MIT)在做相關的能源分析時，就曾說過，想制定一個能夠包山包海的政策以達到所有的目的，如要節能，也要減碳，又要促進經濟發展，還要滿足永續發展的目的，是不可能的事。所以應該了解到底我們的目的何在，就目前來說應該是要節能減碳，來因應台灣面臨的能源課題。</p> <p>我從另一角度來思考國家能源稅的問題，不做細節的模型討論。自陳委員版本的能源稅起徵年開始，2008 或 2009 年的能源稅收為 1200 億，到 2015 年為 6000 多億，</p>	<p>1. 同意盧委員關於能源稅難同時達成多項功能的論點。</p> <p>2. 能源稅在一個國家的總稅收中應該佔多少比例，的確是值得我們考慮的，因為這也涉及到我們課徵的稅基與稅率的合理性問題。至於能源稅基是否要及於電力，各國做法未盡相同。在我們的模型中，已經考慮發電的用煤。</p>

行政院版本從 1000 億到 3000 億左右，王委員新的版本到 2015 年則為 6500 億-7000 億。這本報告也有提到歐洲的環境稅佔其總稅收的 6.5%，能源相關稅收有 1800 多億歐元，佔 5%，我們可以用國際上的標準來思考我們現在的稅收是否在合理的水準，陳委員版本的起徵年能源稅收就佔總稅收的 8%，到 2015 年則佔 30%，行政院版本從 6% 到 10%，王委員版本則從 10% 到 33%，從這裡可以思考我們國家的能源稅收是否要到達這樣的佔比。這裡再提供大家一些數字，日本 2002 年能源稅收佔總稅收約 11%，2004 年時漲到 17%，南韓則從 19% 漲到 33%，加拿大是 6%，德國 8%，英國 14% 美國 12% 印度 15% 中國 0%，蘇俄 1%，其中日本和南韓有這麼高的能源稅收是因為其國家能源總政策裡頭有很完整的配套措施，現在南韓核電的裝機容量是 20%，發電容量佔 35%，未來還要到 45%，這是南韓的能源政策配合能源稅收，在課徵高化石燃料稅的同時，配合強力發展核電，日本也是預計發展到 37% 的核電。至於我們是否能變成 20-30% 能源稅的國家就要看我們的是否有良好的配套措施。第一要考慮我們的能源稅佔總稅收的比例，第二個是能源稅所牽動的能源政策，尤其是能源結構要重新思考，還有包括一些能源效率的問題。

另外，從熱值、含碳量來算能源稅的結構，我們的能源結構是否合理，不管是從三個版本的哪一個

來看，我們都有個共識，如果煤炭用來做發電、原料的排除在外，去年台灣煤炭總用量為 6,184 萬噸，其中用來發電的佔 77%，是 4,746 萬噸，用在煉焦當原料的佔 9%，約 587 萬噸，其他工業用來當燃料的，即課得到稅的佔 14%，約 850 萬噸。按照陳委員的版本，在 1,200 億當中從煤炭課到 17 億，若我們的目標是著眼在要減碳的話，應該減的成效不大，因為我們排放碳的結構，我給大家一個數字，我們使用的 CO₂ 60% 來自煤炭，全國的總 CO₂ 排放則有 56% 來自煤炭，但我們在煤炭中只能課到 17 億，如果從含碳量來講，應該總能源稅收中要有 50-60% 來自煤炭，可是因為我們發電、當原料的不課，所以在這樣的結構之下是很難減少碳的排放量。

我建議在課徵能源稅時要將所有的能源都考慮在內，如果我們沒有同步對電力課徵相當比例的能源稅的話，是達不到稅賦公平、達不到節能，也達不到減碳的目標。其實碳稅和能源稅的精神是不同的，在歐洲大部分對電力課台幣 5 毛到 7 毛的碳稅或能源稅，我們國內尤其是台電的燃煤機組的平均發電效率是 35%，日本現在是 41%，全世界現在的可商業化的技術效益(DACP)是 43%，照這樣的狀況來看，我們從電力所徵收的稅收，需要有一部份拿來加速汰舊換新，做新技術的運用，這樣才能達到管制節能，或減 CO₂ 排放的目標。但這是很難辦到的，因為現在的獨立電廠效率都在

	<p>41-42%，剛開始的裝置容量大概為42-43%，不過電廠的運轉之後會慢慢的衰退。現在看起來這幾個版本的设计裡頭都沒有把外部成本內部化，如果要做到內部化，對於煤炭就絕不能那樣處理。</p>	
	<p>2. 不管是經濟部或行政院的共識，都不算發電，當燃料及當原料的能源，但這樣就需要同步的處理，若只處理液體和氣體的燃料部分，卻沒有處理固體的部份，會造成扭曲的結果。如此一來，此報告的整個模擬狀況就要全部重來一次。</p>	<p>事實上已在模型中考慮。</p>
	<p>我們很肯定研究團隊所做的努力，不過剛才大家有那麼多的討論也代表還有些地方可以做得更周延，這裡我就提出一點淺見。這個計畫很重要的是如何把分析過程中屬於不確定的部份，能夠用情境分析來做分析，我在這裡將分析中需要考慮到的幾種不確定性歸納如下：</p> <p>1.經濟社會情境</p> <p>像台電在做負載預測時，對經濟的假設也是有高成長與低成長。在京都議定書的情境之下，我們對於整個經濟社會是否會有不同的考量，因為最近我們在跟能源局及對環評報告時，環評委員就提出了很具挑戰性的情境，他說在京都議定書的情境之下，台灣應考慮到零成長的情境，雖然模型的功能就是做出各種的情境分析，但是分析出來的結果並不是會變成一個決策。</p> <p>2.政策情境</p> <p>能源稅只是能源政策的一項，還</p>	<p>1.洪主任的意見非常好，特別是考慮到各種不同的情境，這些情境在過去一些情況當中有些有做過不同程度的考慮，這次我們的基礎情境設計是在跟很多專家及委託單位溝通後才決定這樣做的，所以沒有考慮如您所說的各個層面的情境。</p> <p>2.有關資料方面，由於需要做到長期的預測，所以我們大致上是參考國外的 EIA，將來若有更好的數據資料來源，我們會再考慮進去。</p> <p>3.感謝所提多項高見。</p>

	<p>有很多其他重要的能源政策，所以我們在討論京都議定書時，除了要從能源政策的角度分析非核的情境之外，應該還要分析一個核能的情境，像目前日、韓就都以核能政策來達到 CO₂ 減量。</p> <p>3.市場情境</p> <p>包括整個市場的產業結構，還有價格，像現在的電價很難調整，現在台電在燃料端吸收了能源稅，可是電價端無法反應，這可能演變成像美國加州曾發生的狀況，發電端價格高漲，用戶端不能調價，造成整個電力公司都倒閉，所以假設電價可調或不可調，調多少，都是應該納入考慮的。</p> <p>4.技術情境</p> <p>必須考慮到技術進步、能源使用效率，還有國內外的差異的問題。</p> <p>總之，計畫重點應在將各種不確定性列入情境分析，忠實把 Tiagem 模型的功能、特色、限制及模型中使用的資料表達清楚。台電 3 年前開始與台經院合作預測燃煤的價格，蒐集國外一些有名的機構的資料，並有發展出一個模型可供參考。</p>	
<p>五、洪主任紹平</p>	<p>若說產業結構調整對溫室氣體會有一定影響，倒不如說能源價格調整會對產業結構造成影響，在能源價格調整之下，不能適應的企業就會自動倒閉，像現在利用能源稅來間接促使能源價格調升，可以促進能源效率提升，但也可能促使某些產業無法生存。我們蒐集各個有課徵能源稅的國家，發現其採用的相關配套</p>	<p>1.本研究的重點確實與陳科長的意見一致，亦即著眼於「能源價格調整會對產業結構造成影響」。</p> <p>2.感謝陳科長提出多項參考資訊。</p>

	<p>措施非常的多，有的國家對其特別產業也有配套措施，我們是贊成課徵能源稅，但對產業之照顧也要考慮到。台灣的工業部門 30% 是透過電來排放 CO₂，25% 才是直接排放，所以當電價提高時，整個製造業的影響會很大，這方面是需要思考的。目前行政院版本，對製造業有特別探討，但兩位立委的版本似乎就沒有特別探討到。</p>	
<p>六、工業局 陳科長</p>	<p>由於台灣的油品大部份都出口，所以有效稅率若能以國內銷售量來評估的話，相信有效稅率的比例可以提高很多。</p>	<p>同意陳科長的觀點。希望未來對於國產油品的輸出量有更翔實的資料可考。</p>
<p>七、能源局 陳科長</p>	<p>P49 表 2-21 是依照行政院 95 年度協商決議的稅收分析表，但在今年度台綜院一項有關能源需求平均成長率的研究下，我們又重新做了一張評估表，看研究單位是否需要把此表格更新。</p> <p>稅收的運用方面，在租稅中立下，表示能源稅收了以後，是要取代一些不合時宜的稅，以維持財政平衡，由於是永久取代，所以我們的稅收只能以取代後的淨增加稅收表示。</p>	<p>1. 謝謝提醒。</p>
<p>八、財政部 賦稅署陳錦卿</p>	<p>P53 表 2-23 是以民國 84 年為基期，88 年出版，可以看到 85 年是戶數成長率最高的時候，86 年則是人口成長率最高的時候，之後就呈現下降的趨勢，所以以此基期做迴歸的推估是會有很大的落差，目前我們正在討論要做修正，但建議研究團隊不要以我們的資料和狀態空間模型來相加除以二，因為這樣的資料可能誤差會很大。</p>	<p>由於國內這部份預測的資料很少，所以我們自己同時採用了狀態空間模型及 ARIMA 模型，主要也是考慮到其可靠性，雖然做出來兩者有些差距，但其實差距不大，所以我們就將兩者相加除以二，但出來的結果是較好或較差並不一定。另外，我們還利用那些係數，做產業結構的校準、GDP 成長率的校準、能源消費使用量的校準，以增加此預測</p>

		的可靠度。
九、交通部運輸研究所	在做情境影響評估的時候，情境的設計中已把物價外生化，但其實課徵能源稅對物價必定會帶來衝擊，是否可以在模擬的時候把物價內生化。	是可以將物價內生化，只不過在過去的經驗裡，影響物價的因素有很多，還有很多非經濟的因素，所以讓其內生化的話，抓不到那些非經濟的因素，產生的結果就會有偏差，因而我們才會將物價以外生化來處理，但總合物價指數我們就有將其內生化。
十、陳副處長寶瑞	1. 陳委員的觀點是建立在我們現在的能源價格是否合理，假如說我們現在的能源價格是受到扭曲的，那麼陳委員的建議應該是對的，因為GDP並沒有正面的影響。目前我們的能源價格是不合理、偏低的，如果可以透過課徵能源稅以達到合理的價格，照道理講是會有正面的效果的。	課徵能源稅是會有正面與負面效果的，從不同角度來看，如陳委員提到的能源使用效率提升等，在我們的模型中都可以看出反應，也就是說比較高的能源價格就會有較高的效率。我們也肯定企業會做到節約能源，但其負面效果在於為了徵收而付出的成本，此即為一種無謂損失。再者，政府課徵能源稅再重新分配與企業自行運用的效率何者較高是值得懷疑的。從理論面來講，要看開徵能源稅對GDP的影響，即其第二重紅利，可以從不同的角度去看。但在目前的經濟結構之下，可看到負面的結果居多，如台綜院、梁教授的研究結果都是負面的，惟中華經濟研究院做的結果是正面的，也請黃委員說明一下其原因。
十一、經建會都住處	報告中似乎只能看出對CO ₂ 減量效果的影響，不曉得是否有對整體環境污染的評估。	空氣污染部分因為有太多變數，所以暫不考慮。
十二、經建會部門處	我這裡有一些對於雙重紅利的看法，假設我們有兩個國家，一國是污染的，一國是非污染的，然後對有污染的國家課稅，由於造成外部成本會使其產量降低，因而其GDP	所陳意見敬表同意。惟本計畫並未考慮綠色GDP的問題。

	<p>實際上是會下跌的，但如果我們將外部成本內部化，其綠色 GDP 應該是上升的。我們又可以租稅中立的角度來說，將補貼或降稅到另一個部門，使另一個部門的產量提高，所以 GDP 應該也是會往上漲，所以單看 GDP，會有一個污染的部門其 GDP 是往下走，但另外一個部門的 GDP 是往上走，所以綜合起來會有不確定的結果，不過初期會有調整的成本，所以各種版本一開始的效果都是負面的，這部份應是合理的。但是我們從綠色 GDP 或國民所得帳來看的話，污染的程度減少，產生了環境保護的效益，所以整體來說是往上的情形。</p>	
<p>十三、經建會綜計處</p>	<p>在做情境影響評估時，情境的設計中已把物價外生化，但其實課徵能源稅對物價必定會帶來衝擊，是否可以在模擬的時候把物價內生化。</p>	<p>謝謝建議，本報告將在後續課徵能源稅模擬中納入此一建議，敬請參閱 2.5 節。</p>
<p>十四、經建會經研處</p>	<p>1. 本研究涵蓋「應用模型比較分析溫室氣體減量模式（至少三種）、不同的減量程度對我國總體經濟及產業（特別是主要耗能產業）之衝擊，以及對環境、社會之效益，並提出符合國家利益的減量模式」，惟目前研究結果偏重在經濟面，擬請研究單位於本審查會後三週內提出環境及社會面影響評估方法及後續做法。</p>	<p>本年度計畫屬於經濟分析，環境面可以從模擬結果中的 CO2 排放量來衡量，社會面可以從人均效用衡量。</p>
	<p>2. 國內對溫室氣體減量議題態度各有不同，然非屬特別團體，建議於因應立場部分（第 2 頁倒數第 1 行），刪除以下文字「從因應立場上...積極派以環保團體為代表，主</p>	<p>謹遵辦理，惟第(2)點，本研究團體認為 2.2 節放置在第二章並無不妥。</p>

張訂定具體的減量目標與期程，....。被動派以多數產業界為代表，咸認我國並未受減量規範，...。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），...。」。

(1)第二章 2.2 節「我國能源產品相關之稅費」(P10)建議移列為附件。

(2)第 64 頁「圖 2-5 勞動市場均衡機制」，文中未解釋 D_1 線代表意義，請再確認。另，由於本報告採黑白印刷，建議刪除以下文字「在圖 2-5 中，...勞動需求曲線（設為 D_0 —藍色實線），...勞動供(給)曲線設為 S_0 —(紅色虛線)—...。」。

(3)刪除第六章「碳經濟季刊」（碳經濟係定期出刊，毋需在研究報告交代）。

(4)其他有關文字補充修正方面：

a.第 1 次出現之英文名詞或縮寫（如 FCCC、GHG、TFP、等），請以中、英文並列方式呈現；圖表單位請用中文（如表 3-16 單位 pence per kWh）。

b.本報告重複出現用語「 CO_2 」格式請一致化。

c.第 79 頁最後一段：「...以王委員版為例，「規劃用途」(WA1) (WA2) 明顯低於「統收統支」(WA1)「規劃用途」(WA2)」

d.錯（漏）字請修正，包括：

—第 46 頁：第 2 段第 4 行「...租稅收(入)，...」

	<p>— 第 81 頁：第 4 段第 2 行「...(EY2 除外) 699¹⁹...」</p> <p>— 第 88 頁至 96 頁，系列圖表序次有誤，請再檢視修正（如圖 0-1...）</p> <p>— 第 124 頁至 127 頁：表 3-14 及表 3-15，表內註腳與頁尾說明不一致，請再檢視修正，並建議調整頁面，使註腳與表內容具連貫性。</p> <p>— 第 125 頁倒數第 2 行：「...基准(準)情境...」。</p> <p>— 第 127 頁的註腳，刪除「◎本會...可以縮小。」。</p>	
--	---	--

附件五：期末審查意見及處理說明

審查委員	審查意見	處理說明
壹、顧教授洋	一、本計畫工作項目之進度符合原定規劃，報告之內容相當廣泛，對我國因應京都議定書之策略規劃，有具體的參考價值。	謝謝審查委員的肯定。
	二、建議彙整討論我國過去建立經濟影響評估模型之缺失及改善建議(如對於能源價格的預測等)，以供未來建置之參考。	參照辦理。
	三、計畫報告內容較偏重於對國際FCCC有關溫室氣體排放規範之配合，未來應廣泛彙整國內各界(包括排放實體與相關機構等)對於經濟影響評估模型之經驗及看法，許多技術性之問題(包括能源結構、再生能源、產業結構等)仍須討論。	本年度計畫屬於經濟分析，關於技術分析之部分，有待後續研究。
	四、本計畫似乎並未將二氧化碳以外之其他溫室氣體之影響評估納入討論，對於我國相關產業之溫室氣體排放及其經濟影響應納為未來執行之項目。	二氧化碳為溫室氣體的最主要來源，而其他氣體的排放矩陣建置因資料不足，目前猶有困難。因此本研究之實證模型乃以二氧化碳的分析為主。
	五、有關本計畫應彙集研析主要國家有關京都議定書經濟影響評估模型部分之具體內容及成果，應作補充說明。	關於主要國家的經濟影響評估模型之內容與成果說明，已於過往的研究成果中詳細的比較與分析，今年度囿於篇幅限制，未再重述。請參照「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5)」。
	六、有關本計畫應每月彙整京都議定書最新發展情勢相關資訊部分，應補	已於本文頁 298 之附件三，列出每月分析之最新發展情

	充說明其具體工作成果，以作為我國未來執行溫室氣體相關政策評估之參考。	勢，並均於文末，提出對台灣未來因應溫室氣體減排的具體建議，以及協助經建會發佈及時新聞稿。
	七、有關本計畫舉辦之研討會及編輯季刊部分之具體內容及成果，應作補充說明。	謹遵辦理。
貳、黃教授耀輝	一、整體而言，本研究報告內容豐富，蒐集資料完整，研究方法嚴謹，尤其委託單位提出多種情境，增加工作壓力，費時費力才完成評估，殊屬難得。研究發現基本上都符合預期，結論與建議都具有參考價值，值得肯定。	謝謝黃委員的鼓勵與肯定。
	二、「開徵能源稅之情境影響評估」部分，請說明「統收統支」和「規劃用途」或者其他情境，哪一情境是屬於「稅收中性」，以利解讀。	全都立基於租稅中立原則。
	三、P.77 首次提到「二大投資」，一般讀者並不清楚所指為何。請說明該二大投資之重要內容，以及其可能衝擊 3E 的管道。	「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)」第 7 章中已有說明。
	四、又 P.79 頁首次提到「林全委員的版本」，請補充說明其出處以及主要內容，例如是什麼組織的「委員」？屬於何種公開形式的提案或政策？與「其他版本」的差異，是否只有「把行政院 2012 年欲課徵之稅率提前至 2009 年開徵」一項？如是，則評估其衝擊的「意義」為何？請補充說明。	已修正誤植文字。前財政部部長林全所提議，其內容與行政院版相同，只是把行政院 2012 年欲課之稅率提前至 2009 年課徵。相對於行政院版，這相當於提高稅率。
	五、研究報告篇幅很大，難免出現錯別字。例如，P.61 的公式 (3)、P.123 第 8 行「並更進一步將低其經濟可行性甚低」，P.143 出現「錯誤！連結無效」等等，請修正。	已更正，謝謝賜教。

<p>參、盧顧問誌銘</p>	<p>一、本報告蒐集資料，分析情境及各種策略實施對經濟影響的研究等已經建立了良好的經驗和能力，值得肯定和鼓勵。</p>	<p>謝謝您的建議與鼓勵。</p>
	<p>二、本報告第二章有關能源稅各版本的比較分析，有一根本的問題需先加以釐清和探討：</p> <p>(一)需先釐清各版本中各種能源的稅率結構是如何計算出來的，各版本均未做說明。雖然皆曰為節能減碳和永續發展，本人曾就各種能源的含碳量及熱值詳加計算，發現各版本皆與此目標不符，甚且相去甚遠。</p> <p>(二)若未細究結構計算與比率的合理性，則後續所據以模擬計算的結果便不具太大意義。若參考這樣的結果形成政策加以實施，非但達不到所揭目的，有可能適得其反。</p> <p>(三)除此之外，建議應分析各年能源稅總額佔全國總稅收合理佔比，並參考先進國家能源政策目標與能源稅結構的關聯性與政策效果。</p>	<p>盧顧問所言甚是，能源稅之稅率結構是如何而得，的確會直接影響評估結果，可惜的是，關於各版本之能源稅稅率之計算，乃依主辦單位所提供的版本直接進行模擬分析，至於版本的稅率結構，乃由提案人所提供。</p>
	<p>三、減量情境評估中所提再生能源政策之分析，建議先務實分析各種目標達成的可能性，再去分析減量成效才不會白做。</p>	<p>您的意見可供主辦單位來年委辦計畫的內研究主題之參考。</p>
	<p>四、參與 CDM 的問題需務實面對現實，台灣不會是附件一國家成為投資國，亦不可能成為被投資國。需就公約法理上深入探討，不是一廂情願的「加速成立 CDM 國家管理機構」及定運行辦法，建立自願減量管理體系較務實，至於投資國際碳基金是一商業行為無關國家參與 CDM，不可混談。</p>	<p>所陳意見敬表同意。</p>
	<p>五、排放交易的制度可加以研究，但</p>	<p>所陳意見敬表同意。</p>

	實施的條件及時機才是政策分析的核心問題，若貿然實施會後患無窮。	
肆、侯主任萬善	一、此份報告將能源稅、減量情境、總量管制、排放交易、國家因應策略、CDM 參與可行性等重大議題均加以探討，並提出研析成果與建議，殊屬不易，值得肯定。	謝謝您的建議與鼓勵。
	二、能源稅的徵收有促使能源節約的任務，其性質與一般性租稅的關稅、貨物稅、營業稅不同。因此，能源稅應比照其他任務型稅費，如汽燃費、空污費、土污費、水污費、石油基金一樣，必須強制稅收用途，以促成能源節約與溫室氣體減量正面回饋的效果。若能將國外能源稅的徵收與使用方式加以說明，將有助於立法委員制訂適當的條文以有效發揮機制，並有助於決策者提出具有說服力的政策措施，減少施政的阻力。	所陳意見敬表同意。
	三、目前開徵能源稅的情境影響評估是以各方提出版本為分析依據，而其費率的選擇缺乏理論基礎，有瞎子摸象之慮。建議未來可自行設定費率範圍進行一系列的情境影響評估，以尋求最適化的費率以及搭配的策略選擇，以尋求經濟衝擊最小化與能源節約最大化的平衡點，強化能源稅開徵的正當性與功能。	所陳意見敬表同意。
	四、開徵能源稅卻不能將稅收用來創造新能源產業，是目前各版本能源稅條例(草案)無法獲得產業信任的原因。若能審度國情，設計出能源稅收獎勵新能源技術開發與培育新能源產業的機制，將有利於我國產業之永續發展。	要如何運用稅收於扶植新能源產業，需有具體的政策措施，更須清楚掌握各新產業所需之投入及其產出的結構。在未能確認並取得這些資料之前，這些產業的形成無法內生化。
	五、減量情境章節中圖 3-31 至 34(第	謝謝賜教，錯誤疏失均已更

	143 頁)疑漏失。歐盟排放交易體系第 1 階段罰金為 70 歐元(第 149 頁)宜再確認(經查是 40 歐元)。	正為 40 歐元。
	六、再生能源的潛力(第 3.6.3 節, 第 170 頁)尚可包括地熱與海洋能, 建議補充說明。	感謝委員指教, 遵照辦理, 已補充於 238 頁。
	七、數值模擬分析(第 4.2.3 節, 第 196 頁)的各種情境描述稍顯抽象, 建議以較具體的措施說明各種情境的內容。	謹遵辦理。
	八、邊際減量成本(第 4.4.1 節, 第 210 頁)的各國成本比較, 因各國排放規模不同而導致成本差異, 例如台灣減量 1 百萬噸即減量 0.4%, 美國減量 1 百萬噸即減量 0.017%, 這種相對值的成本影響因素更為顯著。	敬表同意。
	九、國際社會因應京都議定書的策略(第 5 章, 第 214 頁)內容, 建議增列與我國經濟情況相近之非附件 1 國家(如南韓)相關資料。	感謝委員指教, 南韓相關資料已於相關研究計畫呈現, 於此不擬重複。
	十、參與 CDM 可行性分析(第 6 章, 第 257 頁)內容, 建議更新為 2007 年之相關資料(經查 2007 年 11 月 27 日已有 849 件 CDM 計畫登錄)。	感謝委員指教, CDM 計畫案不斷再更新, 因此, 只要能夠掌握近況發展即可, 而無法達到最新的資訊。
伍、 洪主任紹平	一、整體而言, 研究架構、內容及其相關分析堪稱詳實完整。 二、建議意見謹供參卓: (一) 能源稅之 3E 影響評估 課徵能源稅所加諸於化石燃料之發電成本, 未來是否能充分反應於電價, 進而影響電力需求與二氧化碳排放, 在我國電價受到嚴格管制及充滿變數情況下, 建議未來宜適度納入影響評估。 (二) CO ₂ 減量之 3E 影響評估 參考美國溫室氣體減量國家科學計	感謝您的寶貴意見與鼓勵。

	<p>畫報告及先進國家作法，朝向低碳及無碳之發電結構是達成 CO₂ 減量之其中關鍵，而電力技術進步則扮演重要角色，建議未來宜適度納入影響評估，包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.化石能源：燃氣與 CCS 之發電組合以及 IGCC 與 CCS 之發電組合。 2.再生能源：再生能與儲能技術和智慧型輸配電網路之有效結合。 3.核能發電：第四代高溫氣冷式核能反應爐之發展。 4.終端能源效率：油電混合車及 LED 之發展。 5.整體電力：電力佔最終能源消費佔比之增長。 <p>(三)溫室氣體減量之國際發展情勢 如果時間容許，建議將 2007 年 11 月 17 日之 IPCC 第四次評估報告和 2007 年 10 月 25 日之聯合國環境規劃署 UNEP 第四次評估納入參考。</p>	
	<p>三、編輯疏誤</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.P.48：表 2-22 內容請更正。 2.P.143：圖 3-31~圖 3-34 請更正。 3.其他錯別字和內容之更正。 	<p>謝謝賜教，內容及錯別字均已更正。</p>
<p>陸、蔡科長志亮</p>	<p>一、「第二章 開徵能源稅之情境影響評估」及「3.2.2 國際油價上漲加重減量的經濟衝擊」</p> <p>(一)能源稅部分，尚無意見。</p> <p>(二)「國際油價上漲」部分，對研究方法及結果尚無意見，惟建議將「國際油價現況」更新至目前每桶近 100 美元之現況。</p>	<p>謝謝科長寶貴意見。將國際油價設定到 100 美元，恐難與「基線」之內涵相容，宜改以模擬方式進行評估。</p>
	<p>二、3.6 我國再生能源發展的政策</p> <p>(一)生質能部分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.有關台灣地區之生質能發電應用建議修正為都市廢棄物發電(即垃圾 	<p>感謝賜教，將針對所提部分進行內文修正。</p>

	<p>焚化發電)、沼氣發電及農工廢棄物發電三大類,另有報告中所述其應用端資料亦建議就執行現況再予更新修正內容。(第 172 頁)</p> <p>2.有關本局所推動之「能源作物綠色公車計畫」部分,業於本(96)年 1 月開始共有高雄市 59 線 428 輛公車添加生質柴油 B2 全路上路,另嘉義縣公車處亦通過補助審查,預計將有 79 輛公車添加生質柴油 B5 加入。建議就執行現況再予更新修正內容。(第 173 頁)</p> <p>3.有關本局所推動之「綠色城鄉 (Green County) 應用推廣計畫」,業於本(96)年 7 月 27 日正式啟動,於桃園縣及嘉義縣市內加油站販售生質柴油 B1 予一般消費者使用。建議就執行現況再予更新修正內容。(第 173 頁)</p> <p>4.另本局業於本年 9 月 29 日啟動「綠色公務車先行計畫」,由台北市內適用 E3 酒精汽油之公務機關車輛於規劃設置之 8 座加油站率先添加使用 E3 酒精汽油,並同時開放予一般消費者選用。有關整體推動生質酒精計畫及執行現況部分,建議應再納入更新內容。</p> <p>(二)風力發電部分：</p> <p>1.依最新盤點,我國的風力資源初步估計,陸域具有 1,600MW 的潛能,海域方面 5~20 米水深內約有 1,200 MW 潛能,而大於 20 米水深部分的潛能更大(初估約 2,000 MW)。而第 172 頁提到我國風能蘊藏量估計約為 2,100 萬瓩(相當於 21,000 MW),建議修正之。</p>	
--	---	--

	<p>2.鑒於國內已具備風力機關鍵元件之技術能量，政府正協助建構國內風力機產業，強化國內業者之市場競爭力。目前規劃風力發電科技發展藍圖與產業化期程，係以 2025 年達成累計裝置容量 3,000MW 與創造國內產值 600 億元之目標為主要布局策略方向，短期內期望至 2010 年累計裝置容量 980MW 與創造國內產值 30 億元，並不強調自製率，爰第 172 頁有關產值部分，建議修正之。</p> <p>(三)地熱發電部分：</p> <p>經調查研究，我國除大屯山地區外，其他地熱區均屬變質岩區-熱水型，產能受到岩層裂隙的控制，與國際主要地熱利用國家之火山型地熱相比，其單井產能偏低較不具經濟效益，難以建置大型電廠。配合國內資源條件，未來方向將以加強探勘並協助地方政府規劃地熱發電與觀光遊憩相結合的多目標利用為主，以提高經濟效益，並期望至 2015 年地熱發電裝置容量達到 1 萬瓩，爰第 167 頁有關地熱發電部分，建議修正之。</p> <p>(四)太陽光電部分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.建議第 166 頁修正，太陽光電之推廣目標加入：於 2015 年達到 10 萬戶，每戶平均 4 瓩。(再生能源發展條例通過後進行)。 2.原第 3 點「加強太陽光電系統研發，推動建築物整合系統(BIPV)發展。」以後文字請刪除。 3.第 171 頁因國太陽光電產業進步非常快速，相關資料如下：順應全球太陽光電市場成長趨勢，目前國內廠商投資反應熱絡，產業結構已具雛型， 	
--	---	--

	<p>近年產業規模明顯擴大，已成為新興之能源科技產業。在 2005 年有 15 家廠商投入矽晶圓、太陽電池相關產品生產；至 2006 年已增至 23 家，及另有系統設置及應用產品廠商二十餘家，至 2007 年止，共有 70 餘家廠商投入；計矽晶 16 家、薄膜太陽電池廠 10 家，模組廠 15 家；矽晶圓廠 6 家；系統及應用產品廠商 20 餘家。而隨著國內外市場規模擴大，多家廠商向上及向下整合。2006 年國內產值達 212 億元，預估 2007 年產值達 400 億元以上，2008 年則可達 900 億元。如圖 1 所示，而我國太陽電池產量 2006 年為 177.5MWp，為全球第五大（見圖 2）；2007 年台灣產量可持續增加至 300MWp 以上，可望成為全球第四大生產地區。</p>	
	<p>三、綜合意見：</p> <p>(一)請研究單位說明進行減量經濟影響評估所使用模型，及其假設條件與變數設定，俾利與其他模型進行比較，作為政策規劃之依據。</p> <p>(二)依據研究單位所建構溫室氣體總量管制最適路徑評估模型，不同期成本函數之設定皆相同，若技術許可，建議該模型考量不同時期技術水準差異，以及減量水準已達一定程度後，可能產生之減量技術瓶頸，以反映實際狀況，提高模型估計準確度。</p>	<p>1.假設條件及參數設定，在過去都已經有大篇幅說明。不擬贅述。</p> <p>2.未來可考慮實際的技術進步率另行模擬。</p>
<p>柒、林華容</p>	<p>一、復 貴處 96 年 11 月 16 日經研字第 0960002667 號函。</p> <p>二、該報告第 10 頁表 2-1「我國能源相關稅費比較表」貨物稅徵收範圍，請增列航空燃油乙項。另報告第 14 頁表 2-4「油氣類貨品之貨物稅有效</p>	<p>謹遵辦理，已分別補充並修改。</p>

	<p>稅率」之註腳敘明：「煤油自 2005 年起，已無自製與進口。」惟依財政部各地區國稅局貨物稅報繳統計數據顯示，95 年度煤油貨物稅實徵稅額約 47,077 千元（即出廠約 11.08 千公秉），96 年度截至 9 月底止，煤油貨物稅實徵稅額約 28,205 千元（即出廠約 6.64 千公秉）；另查台灣中油股份有限公司甫於 96 年 11 月 8 日調整煤油銷售價目，據此，目前油氣類貨物稅廠商似仍持續產製煤油出廠。</p>	
捌、陳賓權	<p>一、本案係五年期研究計畫，建議第一章應臚列各年期工作項目外，並應摘要前期研究重要成果，另宜說明各年期研究投入產出及其關連性，並繪圖示意。</p>	<p>未來各年能否如期推動，尚有不確定性。</p>
	<p>二、本報告各章節似乎是各自獨立撰寫，章節之間的連貫性可再加強，建議將第五章國際社會因應京都議定書的策略移到報告前面，根據國外發展經驗，導出我國可資借鏡之重點項目，然後闡述我國實施相關策略的可行性與研究分析。</p>	<p>這是因為計畫工作項目多，未必成完整連貫的體系。</p>
	<p>三、有關本報告能源稅的探討部分，針對汽燃費納入能源稅一節，建議補充或蒐集以下分析內容：</p> <p>(一)各版本徵收汽燃費所徵收額度與現行汽燃費徵收額度的比較。</p> <p>(二)目前汽燃費隨車徵收與未來納入能源稅類似隨油徵收概念，民眾每年支出的差異。</p> <p>(三)能源稅稅率對能源消費彈性之影響。</p>	<p>謝謝賜教，將提供給主辦單位來年研究主題之參考。</p>
	<p>四、4.2.1 理論模型是研究單位自行研發？抑或參考文獻資料？如係後者，建議加註參考來源。</p>	<p>此為本計畫自行設定的模型。</p>

	<p>五、第六章我國參與 CDM 計畫的可行性分析只用 SWOT 分析似嫌不足，建議應有更具說理性的論證分析。</p>	<p>感謝委員指教，台灣參與 CDM 的主要問題與限制，均已呈現在 SWOT 分析之中。更深入的評析，將列為未來的工作項目。</p>
	<p>六、報告部分圖片缺漏（如 P-141，圖 3-31~3-34）、文字錯誤之處，請研究單位再予檢核。</p>	<p>謝謝賜教，圖 3-31~圖 3-34 已更正。</p>
<p>玖、林慈芳</p>	<p>報告第二章及第三章開徵能源稅及 CO₂ 減量之情境影響評估中，有關國際油價設定宜配合國際經濟最新情勢予以合理修正。</p> <p>一、本案對國際原油價格的設定值，係依據國際能源署(IEA)之「國際能源展望」及美國能源資訊署(EIA)之「能源年度報告」設定原油價格（以 2004 年美元計算）由 2007 年 50.32 美元/桶降至 2015 年 42.04 美元，再緩慢回升至 2025 年 46.93 美元/桶。（第 52 頁表 2-25）</p> <p>二、近來國際原油價格急遽攀升，各機構對未來原油價格的走勢亦多有修正。國際能源總署 11 月公布的「世界能源展望 2007」中，其對油價的設定即修正為由最近超過 75 美元/桶（以 2006 年美元計算）降至 2015 年 60 美元，再緩升至 2030 年 62 美元/桶（相當於當年幣值 108 美元/桶）。由於其與報告中所設定的油價差距甚大，情景模擬評估宜根據油價的最新預測值配合修正。</p>	<p>能源稅模擬情境進行之際，尚未取得最新版之世界能源展望，因此在國際能源價格之預測上產生時間落後的數據落差，若未來主辦單位對能源稅議題要進行重新評估，便會全面更新數據資料。</p>
<p>拾、張維欽</p>	<p>一、第 66 頁，表 2-31 各能源產品所負擔之年均能源稅，建議將各能源產品所負擔稅負除以各能源產品之總熱值或 CO₂ 總排放，方具比較性。</p>	<p>意義不大，宜除以各能源產品在稅後的減排量。</p>
	<p>二、第 262 頁，第 6.4 節建議我國建</p>	<p>感謝委員指教，CDM 是國際</p>

	<p>立 CDM 基本能力，第 263 頁，第 6.5 節卻評估我國參與 CDM 之可行性不高，請問我國是否應投入資源參與 CDM?</p>	<p>相當重要的國際減量合作機制，雖然我國現階段參與 CDM 的機會不高，然而，可將 CDM 移轉至國內的減量合作計畫之中，是提升台灣溫室氣體減量潛力的重要經濟誘因工具。</p>
	<p>三、第 268 頁，7.1 節結論：「7.1.1 能源稅之 3E 影響評估」及「7.1.2 CO₂ 之 3E 影響評估」等節僅敘及對「經濟(ECONOMY)」之影響，建請補充對「能源(ENERGY)」及「環境(ENVIRONMENT)」之影響評估。</p>	<p>感謝賜教，計畫執行期間內，鑑於各界（包括委託單位）均以經濟評估結果為討論重點，關於環境部份均以 CO₂ 排放量為主，至於能源部份則暫不納入。</p>
	<p>四、第 268 頁，7.7.1 能源稅之 3E 影響評估：「(一)能源稅條例之稅基仍以現存貨物稅之油氣產品為主，...故有變相加稅之譏」中所稱「能源稅條例」係指何一草案版本或泛指所有版本，請說明。本研究是否可提出最適能源稅及稅收處置之建議？</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究所指能源稅條例是指能源稅條例草案。 2. 本年度之能源稅的模擬結果，採用以各案併陳的方式，將各種模擬情境完整列出提供給主辦單位參考。至於最適稅率及稅收處置方式，本非本年度計畫工作項目，故未深入分析。
	<p>五、第 352 頁，查「經建會」並未設置「統計處」。</p>	<p>謝謝指教，已更正。</p>
<p>拾壹、蘇文曼</p>	<p>一、第四章「總量管制與排放交易之情境影響評估」4.4.1 我國與主要國家邊際減量成本之比較圖 4-7，請增加註明資料來源，並請說明理由：在給定相同的碳排放減量水準下，臺灣的邊際減量成本較日本為高，為何日本為可能的潛在買方？</p>	<p>感謝委員指正，研究團隊已針對此點，刪除此段文字，並修正相關報告內容。</p>
	<p>二、第五章「國際社會因應京都議定書的策略」中，請增加我國與美國、英國及歐盟能源政策之比較及分析及何者為我國可參考採行的部分？</p>	<p>感謝委員指教，美國、英國及歐盟之能源政策已包括在其溫室氣體減量政策之中，並已於相關研究中呈現，故不重複分析。</p>

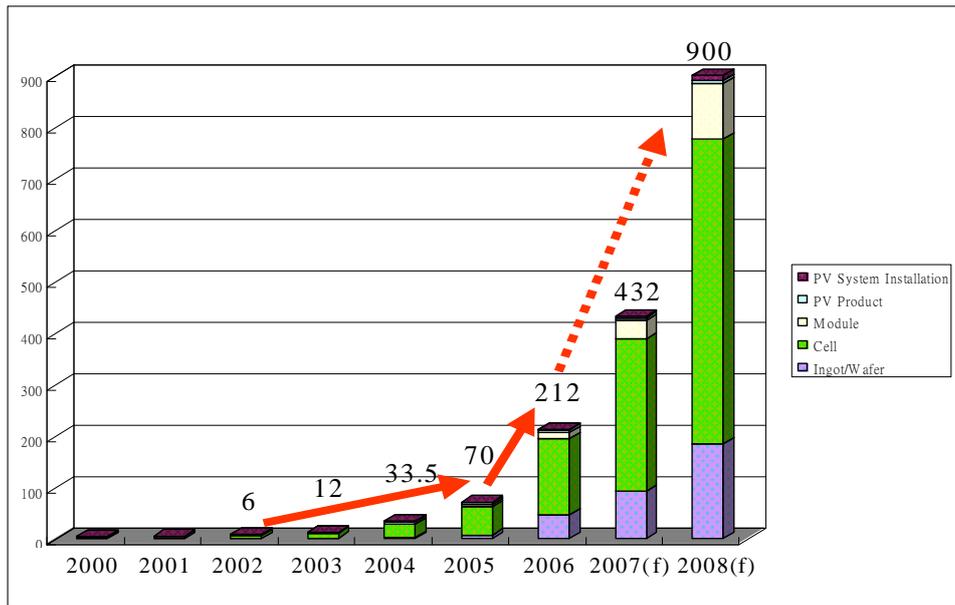
拾貳、經建會經研處	壹、綜合性意見 一、本期末報告內容大致符合本會需求。	謝謝指教。
	二、為求本報告更臻完整，請受託單位請參考審查委員、其他相關單位書面意見修正報告，並於完整報告列表說明處理情形及回應意見。且先將完整報告初稿送交本會審視核可後，再辦理結案手續。	謹遵辦理。
	貳、報告內容意見： 一、期末報告所附期中審查委員所提意見(含書面意見)與會議紀錄不一致，應再審視修正。 二、建議增列一章節說明本年度有關「模型較第1年研究計畫改善部分」，並將重要變數列為附錄。	1.確認後當即修正處理。 2.以附件七呈現。
	三、有關模擬結果： (一)第137頁及第271頁「(一)對GDP成長率之影響」，提及「(2)隨著時間GDP成長率呈緩慢的下降，直至2025年後才劇烈的上升， <u>原因為2025年後已無減量之壓力，故GDP成長率呈劇烈上升。</u> 」，原則上，2025年以後CO ₂ 排放量應維持某水準，不再增加，理論上仍有減量要求，此部分說明應再確認。	此一模擬結果需特別的說明，所有模擬均是2025後仍有減量的設定，但此一模擬情境在此則放寬這設定，原因為當2025年後如仍採減量之設定，模型求出的解不甚合理，故採折衷的方式。
	(二)第210頁，「4.4.1 我國與主要國家邊際減量成本之比較」提及「在給定相同的碳排放減量水準下，減量成本由高而低依序為新加坡、馬來西亞、台灣、南韓、澳洲、加拿大、日本、歐盟、中國大陸、美國。」，鑒於台灣減量成本高於日本，為何會有「而唯一最有可能的潛在買方對象為日本，未來應密切掌握日本碳交易體系發展之動態，...」結論，請再補	感謝委員指正，研究團隊已針對此點，刪除此段文字，並修正相關報告內容。

	充說明。	
	四、有關「第三章 CO ₂ 減量之情境影響評估」項下，第 3.5 小節「溫室氣體減量法草案評述」及第 3.6 小節「我國再生能源發展的政策」，似與本章標題「CO ₂ 減量之情境影響評估」不具關聯性，建議放置第五章「國際社會（建議修正為【國內外】）因應京都議定書的策略」項下。	謹遵辦理。
	五、有關「第六章 台灣參與國際 CDM 可行性分析」與第七章結論中「7.1.3 我國推 CDM 的可行性」立論基礎不具一致性，並與本計畫工作項目「研析我國施行 CDM 機制可行性...」不完全相符，建請補充修正。	感謝委員指教，第六章旨在研析我國施行 CDM 的可行性，研究結果如第七章結論所指尚缺乏諸多基礎建設，故並無矛盾之處。
	六、完整報告增列以下附件： （一）經建會 94 年度京都議定書相關計畫研究成果彙整報告。 （二）2 次研討會論文集。 （三）參加「聯合國氣候變化綱要公約第 13 次締約國會議與京都議定書第 3 次締約國會議」出國報告。	1.遵照辦理，除（二）外，均已納入附件（即附件六與附件八）。研討會論文集因頁數太多，且已經另印論文集，故不納入本報告。 2.已將研究成果納入報告中。
	七、其他： （一）報告用辭一致化（如年別以西元方式呈現；「CO ₂ 」等），已發生事件請修正用辭（如預計 2007 年 1 月等）。 （二）章節標題名稱（如第五章各小節標題）或凡第一次提及之英文名詞或縮寫（如 FCCC、GHG、CDM、TFP、CHP 等），請以中、英文（縮寫呈現英文全稱）並列方式呈現；圖表單位請用中文。 （三）鑒於國內各界均對溫室氣體減量有共識，故建議刪第 187 頁倒數第 14 行「...例如今（2007）年立法院審	謝謝 貴處詳細的審閱，均已更正完畢。 另外圖 5-7 中,無圓柱體之部份為發電成本無二氧化碳的成本。

	<p>議《溫室氣體減量法》(草案)時，經建部門基於經濟衝擊與產業發展之考量，反對明文規範溫室氣體減量目標和減量期程，而環保部門則是抱持截然不同的立場。」部分文字。</p> <p>(四) 第 289 頁，請採用定案後研討會議程。</p> <p>(五) 錯字或疏漏字請補充修正，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 第 2 頁，倒數第 13 行「京都議定書在(2005)年 2 月...」；倒數第 1 行「原則 1⁽¹⁾...」。 — 第 3 頁，第 9 行「...等模式等) 2⁽²⁾」。 — 第 40 頁，倒數第 4 行「...租稅收(入)，...」 — 第 61 頁，倒數第 2 行，文字與數學公式重疊。 — 第 93 頁，倒數第 5 行，「... (EY2 除外) 24²⁴...」 — 第 133 頁，表 3-14，表內註腳標號前後不一致，資料來源與註腳重複，請審視並擇一修正。 — 第 134 頁，倒數第 2 行：「...基準(準)情境...」。 — 第 135 頁，表 3-15，表內註腳前後不一致，並請刪除「◎本會：綜合...可以縮小。」 — 第 143 頁，未呈現圖 3-31~3-34 內容，請修正。 — 第 144 頁，倒數第 7 行「...與節(?)不同...」 — 第 151 頁，表 3-20 中序號有錯，請依序修正(如左欄序號十一(二) ...；右欄序號五(六) ...) — 第 164 頁，第 2 段第 1 行「2005 	
--	---	--

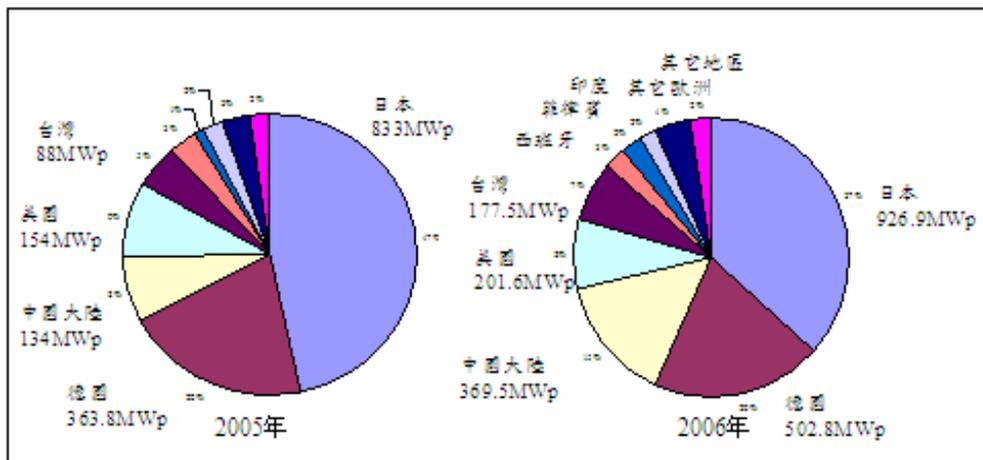
	<p>年所招(召)開...」。</p> <p>—第166頁，倒數第6行「由圖3-2(3)8可知...」。</p> <p>—第167頁，圖3-38中，柱形圖下標字體模糊；圖3-39中，部分柱形圖被說明文字蓋住，均請重新修正。</p> <p>—第168頁，第2行「...如圖3-2(3)9。由圖3-2(3)9可知...」。</p> <p>—第171頁，第5行「...快速咖(開)發關鍵...」。</p> <p>—第173頁，第4行「...工研院能資(環)...」。</p> <p>—第175頁，註腳第1行「...台灣粽姆(綜合)研究院；第4行「成本危(為)30萬元...」。</p> <p>—第176頁，第2段倒數第1行「環境永(?)善性...」。</p> <p>—第180頁，第2段第4行「的問題是給(給)定技術...」；第3段第4行「...則由於者(這)筆報償...」。</p> <p>—第184頁，第7行及第10行「...破補(捕)捉...」。</p> <p>—第211頁，第3行「年減至374(361)百萬公噸...」。</p> <p>—第212頁，表4-4，請增列數據單位。</p> <p>—第253頁，(5.5)本章結語。</p> <p>—第256頁，第2段倒數第3行「的(可行性?)...」；第3段「今(去(2006))年...」。</p> <p>—第257頁，第6行「...見表9(6)-1...」。</p> <p>—第259頁，表6-4「資料來源:版(本)研究整理」。</p> <p>—第260頁，第4行「...則可直接(?)」；第2段第1行「...該基金設</p>	
--	--	--

	<p>立歐之(?)的...」。</p> <p>— 第 262 頁,第 16 行「...Design(at)ed National...」。</p> <p>— 第 265 頁,第 9 行及第 266 頁第 1 行「台灣不易(?)國際 CDM 計畫...」。</p> <p>— 第 267 頁,第 1 行「合國 CDM 祕(秘)書處申請...」。</p> <p>— 第 274 頁,倒數第 6 行「...策略報告外(包括:) ? ...」。</p> <p>— 第 315 頁,第 9 行「1.能源...減少(增加 ?) 670 億美元」。</p> <p>— 第 317 頁,「九、2007...發展宣言」(2007/9)。</p> <p>— 第 323 頁,第 17 行「同意成立亞太能源科術(技)網絡...」。</p> <p>— 第 325 頁,「十、華盛頓...會議」(2007/10)。</p> <p>— 第 339 頁,右欄倒數第 12 行「...例如性(行)政院版...」。</p> <p>— 第 340 頁,右欄第 1 個方塊內倒數第 5 行「...等:。...」。</p> <p>— 第 342 頁,右欄 3 個方塊內第 9 行「...稅率是課徵課徵能源稅」。</p> <p>— 第 345 頁,右欄第 2 個方塊內第 3 行「已(徵)空污費...」。</p> <p>— 第 352 頁,左欄倒數第 1 行「統(綜)計處...」。</p>	
--	--	--



資料來源：工研院太陽科技中心整理

圖 1. 我國太陽光電產值預估



資料來源：工研院太陽科技中心整理

圖 2. 各國太陽能電池產量統計

附件六： 經建會 94 年度京都議定書相關計畫研究成果彙整報告

壹、計畫目的

針對溫室氣體減量及相關政策之議題研究，本會於 94 年度委託計畫共五件，執行單位及計畫目的如表 1 所示。

表 1. 經建會 94 年度委託計畫一覽表

項次	計畫名稱	執行單位	主持人	經費(萬元)
1	京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5)	財團法人台灣經濟研究院	洪德生 (共同主持人： 黃宗煌)	480
2	近 10 年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討	國立台北大學	李堅明	97.6
3	溫室氣體減量政策對產業發展之影響及因應對策	財團法人中華經濟研究院	羅時芳 (協同主持人： 溫麗琪、林俊旭)	195
4	溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策	財團法人台灣綜合研究院一所	許振邦 (協同主持人： 吳再益)	95
5	發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響	財團法人台灣綜合研究院二所	林唐裕 (協同主持人： 吳再益、梁啟源)	95
	合計			962.6

各計畫之目的與主要工作項目如表 2 所示。由此可知，各計畫之工作項目各有其重點，但也有共同的主軸議題，部分工作項目亦有密切關聯，其中包括：(1) 溫室氣體減量策略、(2) 溫室氣體減量的經濟影響。

本報告除彙整個計畫的重點結論之外，亦將針對關聯密切的工作項目，從方法、結論、以及數據等層面加以比較。

表 2. 各計畫之目標及主要工作項目

項次	計畫名稱	計畫目的	工作項目
1	京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建構因應京都議定書國際情勢及我國國情的經濟及社會影響評估模型，並進行長期的維護與更新，作為經建會擬定因應對策的支援系統工具。 2. 蒐集國際相關資訊及各國因應措施，適時提供各項政策與因應措施對我國整體經濟及社會影響之評估結果，並研擬因應對策建議。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考慮適合我國國情及國際研發趨勢，建構適當的經濟影響評估模型，並進行長期的維護與更新，作為經建會擬定因應對策的支援系統工具。 2. 針對京都議定書之國際發展情勢，評估各項政策與因應措施對我國整體經濟之影響，並研擬因應對策。 3. 配合經建會需要，適時提供相關議題之諮詢與評估分析，另提供 1 名經建會認可之人力（須具備英文摘譯能力），協助經建會處理相關資料整理及研析工作 4. 協調經建會各項京都議定書相關研究計畫所採用經濟數據及評估結果。
2	近 10 年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢討近 10 年來我國溫室氣體減量經驗及相關政策成效。 2. 檢視近 10 年來國外先進國家溫室氣體減量成功經驗。 3. 提出適合國情的具體政策建議。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視我國近 10 年溫室氣體減量相關政策與措施及執行成效，並研析影響執行成效之因素。 2. 研析主要國家溫室氣體減量措施與執行成效。 3. 研提未來國家因應策略。 4. 配合經建會「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)」計畫所辦理之經濟數據及評估結果協調工作。
3	溫室氣體減量政策對產業發展之影響及因應對策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估推動溫室氣體減量政策對產業發展之影響。 2. 研析兼顧經濟發展與環境保護之產業發展政策。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溫室氣體減量政策與產業發展之關聯性。 2. 依據全國能源會議結論，評估推動溫室氣體減量政策對產業發展之影響。 3. 研析我國溫室氣體減量政策與產業結構調整策略之搭配與選擇，並提出政策建議。 4. 配合經建會「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)」計畫所辦理之經濟數據及評估結果協調工

項次	計畫名稱	計畫目的	工作項目
4	溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策	1.考慮國際能源價格升高及京都效應，審視溫室氣體減量政策對我國能源政策之影響。 2.規劃兼顧能源供應安全，維持經濟持續穩健發展的能源政策。	作。 1.研析我國溫室氣體排放量與能源使用間之關聯性。 2.我國與主要國家能源政策的比較分析。 3.評估我國推動溫室氣體減量政策對能源政策及能源價格之影響及對策。 4.配合經建會「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5)」計畫所辦理之經濟數據及評估結果協調工作。
5	發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響	1.參酌國外發展經驗，研析我國發展減溫產業之潛力。 2.研析我國發展減溫產業對相關產業及總體經濟之影響。	1.參酌國外發展經驗，研析我國發展減溫產業之潛力。 a)蒐集主要國家及與我國經濟發展情況相類似國家發展之減溫產業成功經驗，包括明擬研究國家，其減溫產業別、減溫產業占總體產業之比重及其鼓勵機制等。 b)研析我國減溫產業發展現況及潛力，包括業別及技術可行性。 2.研析我國發展減溫產業對相關產業及總體經濟之影響。 a)發展減溫產業政府配套措施成本效益分析。 b)分析減溫產業發展對溫室氣體排放之減量效果。 c)減溫產業發展對其他產業之關聯效果。 d)減溫產業之經濟效益分析。 3.配合經建會「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(1/5)」計畫所辦理之經濟數據及評估結果協調工作。

貳、主要成果

一、 京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)

(一) CO₂ 減量之經濟影響評估評估結果

1. 情境 1 (2020 年回歸 2000 年水準) 對我國實質 GDP 成長率的衝擊將近-2.2%，而 GDP 的損失率則高達 11.4%；如果將目標年延至 2025 年，對 GDP 成長率的衝擊將降低為-1.57%，而 GDP 的損失率則為 8.6%。
2. 彙整歷年關於溫室氣體減量之經濟衝擊評估結果後可歸納出以下結論：
 - (1) 減量之經濟衝擊隨減量幅度的增加而遞增，且因減量之期程、模式、及政策工具而異。
 - (2) 及早因應確實有助於降低經濟衝擊與減量成本。
 - (3) 減量有助於產業結構朝向高科技產業、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。
 - (4) 就能源密集的六大產業而言，電子業之附加價值配比將提高，其餘均將下降，其中以鋼鐵業降幅最大；惟各業總產出均因減量的衝擊而減少。
 - (5) 國家永續發展會議之三大減量方案所造成之 GDP 成長率降幅均超過 1%，亦導致就業人數銳減，經濟可行性低。
 - (6) 現階段提高再生能源（風力、生質能及太陽能）配比，雖有助於減量，卻將提高減量成本，增添發電部門、能源密集產業、及家計單位的負擔。

(二) 台塑鋼廠案的經濟影響評估

關於台塑鋼廠案的模擬情境共分四種：

- (1) ST0: 新鋼廠開始生產後，既存廠因不敵新廠而致產能零成長。
- (2) ST5: 新鋼廠在 2010 年開始生產後，產能逐年擴張，在 2014 年（5 年後）產能完全滿載。
- (3) ST10: 新鋼廠在 2010 年開始生產後，產能逐年擴張，在 2019 年（10 年後）產能才完全滿載。

(4) ST：新鋼廠在 2010 年開始生產後，產能便完全滿載。

評估結果如下：

1. 對實質 GDP 及其成長率的影響

- (1) 自 2006 至 2025 的 20 年期間，在 ST5、ST10、ST 這三種情境下，相較於 GDP 基線，平均每年的 GDP 增加總值分別為 2,990、1,940、3,730 億元。
- (2) 在 ST5、ST10、ST 這三種情境下，相較於 GDP 基線，GDP 成長率平均每年將分別增加 0.17%、0.14%、0.19%。此外，對 GDP 成長率的貢獻在長期下有逐年遞減的趨勢。
- (3) 在建廠完成投產後，除了前幾年因受到建廠期間資金排擠，以及投產初期產能尚未滿載的影響，實質 GDP 較基線為低以外，之後實質 GDP 即會超過基線的水準（情境 ST5、ST10、ST），且隨時間經過而逐年增加
- (4) 新廠投產後對於 GDP 的貢獻額度，與其產能充分發揮的時點有關；產能越早充分發揮，對 GDP 的增加越多。
- (5) 新廠投產後若導致既存廠的產量無法繼續成長，實質 GDP 卻反而會略比基線低。

2. 對就業人數的影響

在 ST5、ST10、ST 這三種情境下，相較於就業人數的基線，平均每年的就業人數將分別增加 53,000 人、37,000 人、63,000 人。

3. 對 CO₂ 排放量的影響

- (1) 在 ST5、ST10、ST 這三種情境下，CO₂ 排放量均將隨時間經過而逐年增加，其於 2025 年之總排放量將超過基線排放量各達 47 百萬噸、34 百萬噸、與 55 百萬噸。
- (2) 自 2006 至 2025 的 20 年期間，在 ST5、ST10、ST 這三種情境下，分別較基線平均每年增排 1,256 萬噸、777 萬噸、1,646 萬噸。

(三) 國光案的經濟影響評估

關於國光案的模擬情境共分五種：

- (1) KK：國光石化在 2015 年開始生產後，產能便完全滿載，且舊廠仍繼續運轉。
- (2) KK1：同 KK，但不考慮資金排擠效果。
- (3) KK50：國光石化在 2015 年開始生產後，產能便完全滿載，且能源效率提升 50%；舊廠仍繼續運轉。
- (4) KKsub：國光石化在 2015 年開始生產後逐年替代舊廠，依產能規劃，前 2 年(2015、2016)產能仍低於舊廠，至第 3 年新廠產能超越舊廠產能，產生超越舊廠的產業擴張效果。同時依投資計畫內容，進一步考慮新廠導入先進製程，CO₂ 密集度得以降低(= (800 萬噸 - 912 萬噸)/912 萬噸 = -12.28%)。
- (5) KKsub2：同 KKsub，但不考慮資金排擠效果。

1. 對實質 GDP 及其成長率的影響

- (1) 考慮資金排擠效果時，新廠在投產前，因資金排擠及進口增加，致使實質 GDP 不增反減。投產後即有助於創造 GDP，且隨時間經過而逐年增加。自 2006 至 2025 的 20 年期間，在 KK、KK50、及 KKsub 這三種情境下，相較於 GDP 基線，平均每年的 GDP 增加總值分別為 4,420、4,480、-390 億元；GDP 成長率則將分別增加 0.31%、0.33%、0.03%。
- (2) 不考慮資金排擠效果時，實質 GDP 不再出現投資初期會先減少的現象。也就是說，此一投資案不需要等到投產後才有助於創造 GDP，只要資金投入建廠即可創造額外的 GDP，且隨時間經過而逐年增加。自 2015 至 2025 的 20 年期間，在 KK1 及 KKsub2 這二種情境下，相較於 GDP 基線，平均每年的 GDP 增加總值分別為 8,260 及 600 億元。

2. 對就業人數的影響

在沒有資金排擠的情況下，國光石化投資案對就業的衝擊與對實質 GDP 的衝擊型態相當一致。自 2015 至 2025 的 11 年期間，在 KK1 情境下，相較於就業人數的基線，平均每年的就業人數將增加約 57,000 人。

3. 對 CO₂ 排放量的影響

自 2015 至 2025 的 11 年期間，KK1 與 KKsub2 將較基線平均每年增排 4,339 萬噸、53 萬噸。相較於考慮資金排擠效果時的情境，排放量大幅增加。在 KKsub2 的情境下，雖然 CO₂ 排放效率提升，排放

量因而可以減少，但仍不足以降至排放基線以下。

(四) 開徵能源稅之經濟影響評估

1. 在本文之模擬稅率之下，預估 2009 年之能源稅總收入約為 972 億元，至 2018 年可望達到 3,100 億元（因情境而略有差異）。此一估計值與財政部之估計值差異不大，但本研究之估計值在初期較低，後期則較高。主要原因在於推估方法不同。
2. 在陳委員版的稅率之下，稅收將大幅增加，在 2018 年之稅收可達 6,406 億元。
3. 能源稅收的運用方式，將對總體經濟、人均 GDP、產業結構、能源需求結構、CO₂ 排放量、能源稅總收入等造成不同程度的影響。
4. 情境模擬分析結果顯示：將超出現有貨物稅的能源稅收，若全數優先抵減廠商的其他成本(EN2)，其效果相對於優於其他情境；情境 EN6 則僅優於情境 EN5（即抵減其他非油氣類之貨物稅），故其經濟可行性猶有重新檢討之必要。
5. 可用於其他用途之能源稅若只侷限於超出現有貨物稅的增額部分，將降低能源稅的「循環效果」(recycling effect)，不利於「雙紅利」的達成。在現有情境下，創造第二重紅利的潛力相當有限。此與國外諸多文獻之分析結果相似。
6. 開徵能源稅確實有助於經濟成長與 CO₂ 排放的相對脫鉤(relative decoupling)，亦有助於產業結構朝向高科技產業與服務業轉型。

二、近 10 年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討

本研究檢視近 10 年來，台灣溫室氣體減量政策之成效，以及脫鉤狀況。結果如下：

1. 就能源消費成長率的比較而言，整體部門、運輸部門、以及住商部門的平均年成長率均低於 1998 年以前的年平均成長率，然而，同期經濟成長率亦呈較低的水準，因此，無法確認整體 CO₂ 排放成長減緩，是導因於溫室氣體減量政策，亦或是經濟成長率降低之故，需進一步確認。至於能源與工業部門的**年平均成長率**仍高於 1998 年以前之年平均成長率，表示上開兩部門在節約能源措施上，仍需要再強化。
2. 用電需求是 CO₂ 排放的重要驅動力，降低發電係數將是提高整體

CO₂ 排放管理績效的最有利策略。

3. 鋼鐵業、紡織業、人纖業、水泥業及造紙業之 CO₂ 年成長率均呈現降低的現象，表示上開產業的**節能已獲得成效**，達到減緩能源消費成長的目標。然而，石化業與電機電子業則呈現較高的成長率，是未來推動節能計畫的重點產業。
4. 鋼鐵業與造紙業是能源或 CO₂ 脫鈎績效最佳的產業，顯示進 10 年來，上開兩產業投入節能與降低 CO₂ 減排之努力，已獲得明顯成效。
5. 台灣在工業部門的脫鈎政策與國際先進國家同步，然而，產業溫室氣體資料建置較慢，影響管理績效，此外，無法參與國際減量合作計畫，提高產業溫室氣體減量成本，影響產業 CO₂ 脫鈎績效。
6. 能源結構持續改善之中，然而，再生能源與生質能仍處於初步推動階段，基於台灣的自然環境條件（包括日照、風量以及可耕地面積等因素），未來是否能夠達到高配比目標，應持續加強目標達到的可行性與成本效益評估；
7. 非核家園與低碳發電結構衝突，影響發電系數降低潛力，從而提高整體國家的減量成本，這是未來急須進行政策整合的部分。
8. 為強化溫室氣體減量政策之成效，參考國際先進國家之經驗。

三、溫室氣體減量政策對產業發展之影響及因應對策

本計畫針對部分產業之減量政策進行產業影響分析，主要結論如下：

- (一) 自 87 年實施產業自願性減量後，五大耗能產業之二氧化碳排放量已呈現逐年減緩的態勢，且其能源使用效率業已與多數工業化國家並駕齊驅。
- (二) 加速設備的汰舊換新是推動節能工作最根本有效的方式，由於節能屬於產業的無悔措施，各產業節能工作亦行之多年，且節能直接涉及營運成本，廠商自然具備節約能源的動機；但短期內，一方面業者生產設備與技術不易迅速調整，另一方面目前節能之技術選擇有限，因此，短期內產業節能再進步的空間將相當有限。
- (三) 半導體及液晶面板產業在溫室氣體減量的行動顯得較為主動與積極，主要原因為此類產業屬於出口導向產業，其產品與製程受到國際標準規範，環保法規所形成之貿易障礙，將對其產生立即影響。
- (四) **廠商在邊際減量成本達到大於零之減量措施後**，對二氧化碳減量之效益較不明顯，顯示隨著成本增加，減量空間日趨壓縮。
- (五) 各產業邊際減量成本之範圍變化性甚大，可反映各產業減量成

本負擔不同：產業減量成本負擔最重的為造紙業，其次為鋼鐵業、紡織業、石化業及水泥業等。

- (六) 目前立法院版能源稅之稅率結構與各能源之碳排放強度呈現不一致的狀況，煤炭的排放係數高，但稅率增幅低，由於產業之能源使用存在替代性，稅率調幅愈大，業者使用意願相對較低，其結果反而造成鼓勵煤炭使用，無法達到抑制溫室氣體排放量的目標。
- (七) 取消耗能產業獎補貼的部分，若單就提高能源投資抵減一項之產業分佈來比較，過去申請或受惠最多的為電力及電子機械業，比例高達 62%，而五大耗能產業所對應之產業僅佔 15%。因此，若以抑制高耗能產業的成長之理由，取消此項投資抵減項目，受到影響最深的並非所謂之耗能產業。

四、溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策

本計畫應用採用台灣動態一般均衡模型(DGEMT)，針對三項重大議題進行評估：(1) 電價上漲 5.8%；(2) 課徵碳稅（稅率為 22.2 美元/公噸）；(3) 課徵能源稅（以陳明真版之稅率為例，自 2009 年起徵）。結果如下：

(一) 電價上漲 5.8%之經濟、物價、能源需求、CO₂ 排放影響

1. 當電價上漲 5.8%時，整體經濟的 GDP 平減指數增加 0.369%。對七大產業價格的影響，其中水電燃氣業的影響為最大，將使水電燃氣的價格上漲 5.269%，以下依序為礦業(0.494%)、製造業(0.391%)、營建業(0.303%)、農業(0.245%)、服務業(0.200%)及運輸業(0.184%)。
2. 對 2005 年經濟成長率之影響為下降 0.078 個百分點。其中對水電燃氣業的影響為最大，將使水電燃氣業的總產值減少 0.719%。以下依次為製造業(-0.113%)、礦業(-0.113%)、農業(-0.075%)、運輸業(-0.072%)、營建業(-0.058%)及服務業(-0.035%)。
3. 2005 年整體經濟的 CO₂ 減量幅度為 1.696%。該能源別的總需求減量而言，以電力需求量的減幅最大達 7.040%。以下依次為煤-0.915%，天然氣及油則分別增加 0.775%及 0.394%。

(二) 課徵碳稅之經濟衝擊

以 CO₂ 減量 25% 為目標，並課徵 22.2 美元/公噸 CO₂ 為例，發現以一次到位的方式課徵碳稅對經濟的影響是顯著的，將使 GDP 平減數(生產者物價)遽增 2.26%，經濟成長減少 1.57%。若改以分年累進方式(1999~2020 年，計 22 年)課碳稅，則能減輕碳稅課徵對產業及整體經濟物價及成長之不利影響，GDP 平減數(生產者物價)增加 1.01%，經濟成長減少 1.19%。另外，若將碳稅稅收做為個人所得扣除額提高、溫室氣體減量相關用途以減少對經濟之衝擊，可增加政治上的接受度。

(三) 課徵能源稅之經濟衝擊

以陳明真能源稅版本進行評估(未提出相對之稅收用途，假設稅收 100% 用於償還政府公債)。

1. 能源稅稅收從開始課能源稅第一年(2009 年) 2,139 億元，逐年增加到第四年(2012 年) 4,023 億元，及第七年(2015 年) 6,359 億元。扣除取消之油氣類貨物稅及汽燃費收入，能源稅淨增額第一年為 668 億元，第四年為 2,450 億元，第七年為 4,704 億元。
2. 對總體經濟影響方面：GDP 成長率第四年下降 1.47 個百分點，第七年下降 2.72 個百分點。
3. 能源價格方面：七年之能源價格上漲率約為 58.610%，若僅計算當年能源價格上漲率(與前一年比較)，則第四年為 6.89%、第七年為 5.72%。
4. 對環境影響方面：課徵能源稅之節能效果與 CO₂ 減量效果，分別為第一年 8.47% 與 6.38%、第四年 14.43% 與 14.58%、第七年 18.35% 與 18.38%。
5. 產業結構方面：2015 年農業及工業比重下降，服務業比重上升；工業部門項下之中分類及細分類來看，化學工業與水電煤氣業受到影響較大，結構占比明顯下降，金屬機械工業、民生工業、營建業因受到衝擊較小，使得結構占比略有提升，資訊電子工業則因受衝擊最小，占比明顯提升。

五、發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響

本研究運用梁啟源(2000)及 DGEMT 分析我國發展再生能源產業之經濟影響。本研究定義之發展再生能源之「社會成本」為電價補貼、設備補貼、風力發電需額外備載容量之成本及經濟減緩效果。發展再生能源之

「社會效益」則包括二氧化碳減量效益、空氣污染減量效益、太陽光電尖峰發電效益、太陽光電及風力發電之產業帶動「淨效果」(政府及民間投資產業帶動效果-民間投資排擠效果)、自產能源對供電安全性的效益。評估結果顯示，我國發展再生能源之「社會淨效益」為 26,897 百萬元。

參、主要政策建議

一、 京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整 (1/5)

(一) 關於溫室氣體減量部分

從經濟衝擊的角度而言，-0.5%的實質 GDP 成長率降幅應是可以接受的最高上限，也是我國在訂定減量目標時對外應爭取的底線(若減量所造成之經濟成長率降幅以 0.5%為停損點，則 2005 年全國能源會議之 361 減量方案在經濟層面應可接受)。萬一將來國際社會賦予我參與京都彈性機制的機會，或我國在減量技術上(包括節約能源、提升能源效率、發展再生能源與新能源)獲得重大突破，才可考慮更大幅度的減量目標。

此外，國際能源價格及其結構的變動，易直接影響我國減量的經濟衝擊，特別不利於京都模式，故需慎選減量模式及政策工具，方可望落實成本有效性。鼓勵節約能源，倡導技術創新(包括製程、產品、能源效率等)，並強化其科技研發，是較具成本有效性的策略。

(二) 關於開徵能源稅部分

- (1) 能源稅條例之稅基仍以現存貨物稅之油氣類產品為主，並逐年調高原有之貨物稅稅率，而稅率之訂定又缺乏明確的理論與科學基礎，故有變相加稅之譏。由於合理稅率的訂定可提高資源配置效率，降低經濟衝擊，甚至可能促成雙紅利，故未來仍須加強單位稅額之訂定原則的理論與實務研究。
- (2) 開徵能源稅能否達到雙紅利效果，與稅率結構之合理性、國家之產業結構及能源結構、以及稅收處置方式等因素均有密切關聯。在目前所考慮的多種稅收處置情境下，雙紅利的境界似難樂觀，其中情境 EN6 則僅優於情境 5(即抵減其他非油氣類之貨物稅)，故其經濟可行性猶有重新檢討之必要
- (3) 影響雙紅利的原因很多，包括：

- 現行污染狀況及環境稅的稅率

- 稅收的之方式
- 稅基（產品、要素、或排放量）
- 產品市場結構
- 要素市場結構（包括勞動及其他投入）
- 技術進步率及其的特性
- 環境品質與污染性財貨消費之間的經濟關係
- 訂定最適污染稅率的能力與準確度
- 評估雙紅利的方法

因此，第二重紅利的不存在，並不足以否定能源稅的潛在貢獻，關鍵是在於如何改善上述的影響因素，使之有利於雙紅利的衍生。

- (4) 如果租稅交互效果大於收入循環效果而導致雙紅利不存在，此時吾人可以改採對潔淨財貨補貼的方式，或能創造雙紅利；換言之，在減量政策上不一定要堅持對 CO₂ 排放源課稅的立場（當下國際社會大力補貼潔淨能源及其技術研發即為一例），如此，雖然政府一開始必須有龐大支出，但對潔淨財貨補貼後，潔淨財貨的相對價格下跌，會增加潔淨財貨的購買量，減少污染財貨的消費量（假設二者具有替代關係），因此污染量減少，環境品質上升，所以第一重紅利存在。再者，對潔淨財貨補貼，相當於實質所得上升，會增加勞動供給意願，並擴大稅基，由而增加的稅收可望大於原先補貼的金額，因此亦可實現第二重紅利。
- (5) 開徵能源稅時，必須通盤檢討現有相關租稅的必要性與合理性（例如石油基金、空污費等），同時亦可檢討開徵碳稅的相對利弊。換言之，對於多種相同性質與功能的經濟工具，必須進行較深入的利弊評估和整合分析，才能發揮更大的正面效果。

二、近 10 年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討

（一）優先推動之能力建構與調適政策

1. 加速成立「國家溫室氣體管理機構」
2. 落實盤查與登錄機制
3. 標準化與齊一化國內排放係數
4. 制定可行的低碳發電結構
5. 研擬生質能源最適發展規模
6. 加速國家脆弱性衝擊評估，及制定國家調適政策

(二) 部門能源與 CO₂ 排放脫鉤政策

1. 提高能源密集產業的自願性減量誘因
2. 推動運輸部門自願性減量協議
3. 強化能源服務公司的功能，促進綠色能源科技發展
4. 建立與國際相容的全面性與多元化脫鉤指標

(三) 跨部門溫室氣體減量政策

1. 建立適宜的排放權核配機制與溫室氣體排放交易制度
2. 及早試辦國內廠商間的 CDM 計畫
3. 研擬適當混合管制政策

(四) 發展低碳發電係數政策

1. 制定適當的發電係數目標
2. 維持適當的核能發電配比
3. 鼓勵產業部門進行 CO₂ 固定化科技發展

三、溫室氣體減量政策對產業發展之影響及因應對策

- (一) 國內需整體評估各部門（包括工業、能源、住商、運輸部門）之減量成本負擔後，才可更加確認工業部門的減量目標。
- (二) 全面清查國內各部門減量可能措施及成本，有助於未來政策選擇之判斷分析。
- (三) 對重大耗能投資案之設立，除要求其使用最佳可行技術外，應於合理的營運成本下，鼓勵採用符合碳補償精神之措施。
- (四) 我國在課徵碳稅（能源稅）前，應考量各國產業型態之差異性；且目前之能源稅稅率，應考慮與各能源之含碳量為基準課徵。
- (五) 繼續推廣租稅獎勵措施。
- (六) 參考日本自願性排放交易作法，試行國內自願性排放交易，以累積我國排放交易之能力與經驗。
- (七) 推動產業 CO₂ 排放量資訊公開制度。
- (八) 推動產業環境會計制度，並納入溫室氣體相關會計科目。

四、溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策

(一) 3E 理念之永續能源發展

隨著「永續發展」概念的逐漸成形，經濟、能源與環境間應不再是個

別的局部思考與選擇，以抑制其他領域的發展，成就個別領域的永續，無法創造生活、生存與生態的三贏。為體現永續發展的核心價值，發揮國家有限資源最大效益，並縮小過去經濟發展與環境建設背離的落差，使經濟成長與生活環境調和並相輔相成，經濟施政將追求一個與自然融合、永續發展的風貌，積極推動外部成本內部化、建立溫室氣體管制機制、規範產業最佳有效技術與強化科技運用等 4 項機制，創造環保、能源與產業三贏的經濟發展遠景。

（二）我國溫室氣體減量策略及核能政策之調整建議

我國雖非京都議定書締約國，但為維持國際競爭力，產業發展政策須符合國際環保發展趨勢，而在兼顧減量目標對國內經濟及產業結構調整可能之影響，可參酌與我國能源經濟體系相近及貿易關係密切之國家其因應京都議定書之減量策略，包括減量目標之訂定（總量目標、年成長率目標、基準年降幅目標、人均排放目標及執行起始年等）及減量配套措施之應用（提高能源效率、再生能源、低碳能源、核能、合理反映能源成本等），在可行的減量配套措施下制訂適合我國經濟發展、能源供應及環境保護目標之減量目標，不宜盲目訂定高環保道德標準的嚴苛減量目標，否則將先衝擊國內產業發展，更遑論增加產業國際競爭力。

我國為一孤立之能源供應系統，其能源供應可靠與安全實為首要之考量，可參考鄰近國家-日本之作法。德國雖為 G8 工業國中唯一之非核國家，其推動再生能源不遺餘力，然其身處歐盟電力網，不足之電力可由歐盟電力網供應，但以歐盟能源共同體角度視之，其污染仍在。此外，IEA 之世界能源展望亦強調未來核能使用之重要性。

故而，本研究建議台灣未來能源政策與因應溫室氣體策略，應參考日本模式，除大力推動節約能源與再生能源使用外，應可重新檢討核能使用之定位。

（三）能源稅與碳稅屬性相近，不宜同步課徵

由於目前我國能源稅條例(草案)課稅目的包括：促使能源價格合理化，以合理反映使用能源之生產及社會成本，鼓勵節約能源及替代能源發展，減緩能源使用對環境之衝擊，並有助於提昇能源使用效率，促進低耗能、高附加價值產業發展以改善產業結構，降低溫室氣體排放量及提升國家競爭力，逐步促成能源運用、環境保護、經濟發展三贏之政策目標，其內涵已碳稅之課稅目的，且能源稅課稅基礎乃支持立法院所提「能源稅條例」

制定方案，針對不同化石能源別單位熱值與含碳量，並兼顧消費用途屬性及環保節能效果等稅額訂定原則，故在能源稅與碳稅屬性相近下，應不宜同步課徵。

另外，在能源稅定位方面，若我國要將能源稅定位在污染稅，或許應該思考稅收是否應運用在與污染有關之支出，如污染防制費用、購買 CO₂ 排放權等，而稅率逐步調升，也可達到抑制消費量的效果；若要將能源稅定位在產品稅或貨物稅，則可視國家財政收支，調整能源稅稅率。(四) 浮動油價已正式試辦上路，未來亦可推動浮動電價調整機制

國內自 2006 年 9 月起已開始試辦浮動油價機制，採行每週隨國際油價漲幅調整，未來亦可參酌浮動油價機制，積極推動電價調整機制，以求合理反映用電成本。

五、發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響

(一) 根據美國、日本和南韓推動節約能源的經驗，民間資金投入節能市場，所帶動的不僅是能源使用效率的提升，還能夠加速帶動高效率設備的研發與商業化腳步。ESCO 產業之其經濟效益包括：加速推動節能、減少 CO₂ 排放量、減少環境污染、減少政府財政負擔，並可帶動節能設備製造、控制設備製造、顧問公司、租賃業及銀行業等相關產業發展，引導知識型整合服務業之發展。ESCO 產業即是既有產業轉型之減溫產業，若溫室氣體減量壓力大，則其產業發展潛力將非常大。考量國際新及再生能源技術之發展、國內產業利基、產業發展效益、技術前瞻領先、節約能源及國內相關配套措施等條件，本研究建議選擇太陽光電、風力發電、ESCO 等項為優先發展之減溫產業。

(二) 因應「京都議定書」生效所帶來的衝擊，我國應積極探討國際發展趨勢對國內產業競爭力之影響及因應低碳時代的產業發展策略與配套措施，並擬定政策誘導產業轉型，並藉由加強人才培訓提升我國專業人才的研發創新能力及透過與國外技術交流合作，將新技術引進國內，使我國產業逐步轉型成為綠色能源產業、能源服務業、以及溫室氣體盤查、驗證服務業、潔淨生產與、減廢、環境化設計、減溫技術等業，協助我國降低溫室氣體排放，以帶動新興減溫產業，提升我國產業未來競爭力，並促進社經環境永續發展。

(三) 我國應積極建構國家因應溫室氣體減量能力，規劃我國減量前景，並建立溫室氣體管理制機制。經由「溫室氣體減量法」的推動，對外

善盡地球村成員責任，並對內建構溫室氣體減量之法源依據。另我國發展減溫產業之策略應涵蓋：(1) 加強研究發展，強化技術水準。(2) 結合政府採購。(3) 提供租稅優惠。(4) 健全法令規章。(5) 建立標準與驗證規範。(6) 運用政府投資，協助民間參與。(7) 協調整合機制。以再生能源為例，相關發展策略包括：(1) 持續評析再生能源發展目標及推動時程之整體效益。(2) 建立「再生能源發展條例」法規制度。(3) 推動再生能源開發利用。(4) 研發推廣新及再生能源。

(四) 本研究建議針對發展某一特定產業(如風力機產業、太陽光電產業及 ESCO 產業等)之特定議題或領域(如強化再生能源法制、發展綠色科技研發技術等)，政府相關單位應積極跨部門合作，進行短、中、長期專案研究計畫，規劃未來我國社會、經濟、能源與環保的整體發展藍圖，進而以外部成本內部化、推動節約能源、積極發展再生能源、綠色認證以及強化科技研發運用與國際合作作為創造政府、環保、能源、產業與農業等多贏局面。

肆、相關成果比較

本年度的五項計畫各有其研究重點上，並不完全有所關聯，較具獨立性者有二，此即：(1) 台北大學(近 10 年來溫室氣體減量經驗及相關政策成效之檢討)，旨為檢討國內 10 年之溫室氣體減量經驗及相關政策成效，而未涉及溫室氣體減量及開徵能源稅之經濟影響評估。(2) 台綜院(發展減溫產業之潛力及其對總體經濟之影響)，旨為評估我國發展減溫產業之社會成本與社會效益。

其餘三項則均以溫室氣體政策的經濟影響評估為主軸，其中中華經濟研究院則以耗能產業(包括鋼鐵業、石化業、水泥業、人纖業、造紙業、半導體液晶面版)為對象，以整體產業及個案的減量及節能成果為分析重點，並未進行減量的經濟影響評估，與計畫目標有所落差。

台綜院在「溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策」中，則應用 DGEMT 評估以碳稅來減量所造成的經濟影響，同時也評估了開徵能源稅的經濟影響。

台經院則應用 TAIGEM-III 同時評估多種 CO₂ 減量情境及開徵能源稅的影響，惟模擬情境與與台綜院完全不同(詳見表 3)。

表 3. 台綜院與台經院之研究內容與成果比較

研究重點	台綜院	台經院
一、溫室氣體減量		
評估模型	DGEMT	TAIGEM-III
減量情境	開徵碳稅(稅率22.2美元/tCO ₂)	共考慮10種減量情境。
減量期程	1.一步到位 2.分年累進:1999~2020年(計22年)	1.在2020(或2025)年回歸到2000年水準,並區分為一階段減量與及早因應兩種情況。 2.排放量年成長率控制在1%。 3.2011年起開徵碳稅(稅率分300~600元/tCO ₂)。
稅收用途	未說明	統收統支
經濟影響 GDP成長率(%)	1.一步到位:-1.57% 2.分年累進:-1.19%	-0.34~-2.18(降幅隨減量幅度而以遞增速度增加)
CO ₂ 減量效果(%)	1.一步到位:-25.77 2.分年累進:-25.31	-
減量成本 (元/tCO ₂)	1.一步到位:1,734 2.分年累進:1,186	4,919~9,709(因減量情境而異)
二、開徵能源稅		
評估模型	DGEMT	TAIGEM-III
稅率	陳明真版	1.參考行政院版自行設定 2.陳明真版
起徵年度	2009	2009
稅收用途	100%用於償還政府公債	共考慮6種情境。
經濟影響 稅收(億元)	1.第1年(2009):2,139 2.第7年(2015):6,359	1.自訂稅率版: (a)2009年:971~972 (b)2015年:2,309~2,324 2.陳明真版稅率: (a)2009年:1,079 (b)2015年:4,635
GDP成長率(%)	1.2012年:-1.47 2.2015年:-2.72	1.自訂稅率版: (a)2009年:-0.19~-0.27 (b)2015年:-0.006~0.29 (c)2025年:0.001~0.155 2.陳明真版稅率: (a)2009年:-0.175~-0.314 (b)2015年:-0.55~-0.156 (c)2025年:-0.004~-0.057
CO ₂ 減量效果(%)	1.2009年:-6.38 2.2012年:-14.58 3.2015年:-18.38	1.自訂稅率版: (a)2009年:-1.63~-1.70 (b)2015年:-0.42~-0.45 (c)2025年:-0.04~-0.18 2.陳明真版稅率: (a)2009年:-1.48~-1.58 (b)2015年:-0.55~-1.01 (c)2025年:-0.1~-0.26

附件七：本年度有關模型改善部分說明

今年已經完成的建構重點如下：

一、重整並擴建資料庫

(一) 合併「運銷差距」矩陣

配合行政院主計處更新與公告的資料內容，並考量我國地域幅員與經濟現況、以及歷往的分析經驗，本研究團隊認為沒有必要仿照澳州 Monash 模型中關於「運銷差距」矩陣的設計，故在 TAIGEM-III 的資料庫中，已將「運銷差距」矩陣併回原始運輸服務部門之中。

(二) 新增部門及其資料建置

(1) 新增再生能源三項：風力發電、生質能、及太陽光電。

(2) 新增 5 個能源產業部門：乙醇作物 (EthanolCrop)，生質柴油作物 (BioDieslCrop)，燃料乙醇 (Ethanol)，「生質柴油 (BioDiesel)」，太陽熱能 (SolarHeat) 等。其中「EthanolCrop」及「BioDieslCrop」為能源作物產業，其所生產之產品全數由「Ethanol」及「BioDiesel」兩個產業所購買，而「Ethanol」、「BioDiesel」及「SolarHeat」三產業之能源產品，則併入原有之能源替代機制，與其他能源產品建立替代關係。

(三) 新增資料庫平衡檢核機制

過去的經驗顯示，資料的平衡檢核機制如果未臻完整，往往產生無法順利完成模擬，或模擬結果有違預期或常態的情況，因此，在 TAIGEM-III 中，已經建立如下的資料平衡檢核機制，因而克服了過去曾經遭遇的多項問題：

- (1) 總需求全等於總產出：如某期資料庫更新出現不平衡，模擬即停止。
- (2) 零利潤條件檢核條件：如某期資料庫之總生產成本不等於總產出，模擬即停止。
- (3) 檢核非負資料庫矩陣：如資料庫在下列各項矩陣出現負值，模擬即停止：

(a) 投資的不可逆性 (irreversibility)：如投資者無利可圖，即不投資，故不會出現負投資之情形。

(b) 「負資本」的排除：主計處編製的 IO 表允許負的資本，雖可視為對於該產業的補貼，但在理論上，現有模型機制不允許資本為負值，故有必要將資本項中資料出現負值者調整至其他成本項中，藉此確保資本存量矩陣 (CAPSTOK (i)) 沒有負值資料。

(c) 「負原始投入」的排除：基於同樣理由，在 TAIGEM-III 中，原始投入 (VILND (i)) 亦為非負矩陣。

(d) 「負進口」的排除：對於進口產品之使用，如單位成本高於國產品，則將不進口，不會出現負進口之情形。以 CIF 價格計算之進口品，其判別同上。

(四) 應用 RAS 建構資本形成矩陣

由於主計處資本形成之編製僅按投資財 (產品別) 分類，但在 TAIGEM-III 模型中，則需將之拆解為一按產業與商品分類 (Industry by Commodity) 的「資本形成矩陣」。為此，本研究乃應用 RAS 法求得，並配合本研究所蒐集之資本存量矩陣，計算出基期年之投資成長率，以做為投資動態決策的基礎資料。

(五) 建構社會會計矩陣

為分析能源稅等攸關財稅或補貼的議題，在 CGE 模型中建置完整的「社會會計矩陣」(Social Accounting Matrix, SAM)⁷⁰是必需的。早期的靜態 TAIGEM 模型雖有 SAM 的雛形，但要在動態 CGE 模型中建立 SAM 則至為不易，因此，即令動態的 TAIGEM-D 都無法有效進行租稅或補貼相關的議題評估。TAIGEM-III 則為國內動態 CGE 模型建立第一個 SAM，並成功用於評估能源稅的經濟影響，這也為未來執行碳稅、排放交易、綠色權證交易、綠色租稅改革等議題的評估，建立有利的基礎。

二、重建模型運作機理

⁷⁰ SAM 主要是將產業關聯表、國民所得會計帳、進出口貿易統計、產業資本及勞動資料、家計消費資料等組織與整合，其基本理念和產業關聯表類似，但可同時分析政府部門、家計部門、企業等部門之收入與支出，應用範圍甚為廣泛。

(一) 取消「運銷差距」方程式

在取消「運銷差距」矩陣後，吾人已將模型中所有關於運銷差距 (margin) 的方程式、變數及參數資料予以刪除，並重新建構本模型之生產及價格系統。

(二) 改寫並減化模型加總方程式

為適應本研究之目標需求，TAIGEM-III 以更有效率的方法處理不同部門或產品項目的加總，藉以提高方程式修改之彈性與可讀性。

(三) 改善決策行為的運作機理

1. 調整進口品與國產品之偏好設定 (以 twist 表示之)，藉以反映產業消長

在原有的 TAIGEM-D 模型中，產業結構調整之機制計有四種方式：總要素生產力提升、出口擴張、投資擴張 (內生)、及進口品與國產進口之相對價格調節 (此即 Armington 機制)，而 twist 的設計可進一步改善產業結構調整的機能，以更準確地掌握結構變動趨勢。

2. 修改政府支出為外生的傳統設定

政府支出在 TAIGEM-D 模型中均為外生設定，惟此一假設並不合理，也不適用於綠色租稅改革之相關議題的分析，因此，在 TAIGEM-III 中，政府支出與消費者相似，允其逐年內生調整改變。

71

(四) 重新架構發電技術的結構

1. 新增 2 項發電技術並修改技術配套設計

為能更翔實刻劃電力部門的發電技術選擇決策的行為，並融合「由下而上模型」(bottom-up model) 的細緻，TAIGEM-III 的電力部門巢式結構已經大幅更改。首先增加風力發電與太陽光電兩種再

⁷¹ 為此，部分模型假設政府支出與家計消費同幅改變，但如此設定亦不盡合理，惟關於政府支出決策的行為分析仍屬少見，因此，本研究乃根據過去政府支出資料來推估相關參數及其成長與變動率。

生能源發電技術，使 TAIGEM-III 的發電技術增為 12 類；其次，改變傳統的技術配套（technological bundle）設計，分別利用 CRESH 及 CES 函數架構出電力部門的多種發電技術組合，尤其是進一步細分為基載（base load）、中載（intermediate load），以及尖載（peak load）。其中基載部分包括水力發電、核能以及燃油與燃煤汽力機組；而中載機組包括柴油機組與燃氣汽力機組；尖載機組包括氣渦輪機組（燃油與燃氣機組）、複循環機組（包括燃油與燃氣機組）、風力發電與太陽光電（詳如圖 1 所示）。

2. 以 CRESH 函數架構能源替代

本研究在能源投入之間的替代關係，亦做出額外的設定。除了電力部門以外，吾人將其他部門所使用的能源產品，也採用 CRESH 函數來呈現彼此之間的替代關係（如圖 2 所示）。

（五）新增土地使用分配機制

由於土地為新增之能源作物產業的主要生產投入，其與主計處 IO 表所定義之地租不同。因此，在模型中將土地利用分為：農、煤、油、其他非金屬礦物、製造業及服務業等六大類，允許各群體內之土地使用進行調節。以農產品為例，將所有用以生產農作物與能源作物之土地，以 CET 函數結合，俾能允許其於同類產業內進行轉移，而其他分群亦同。

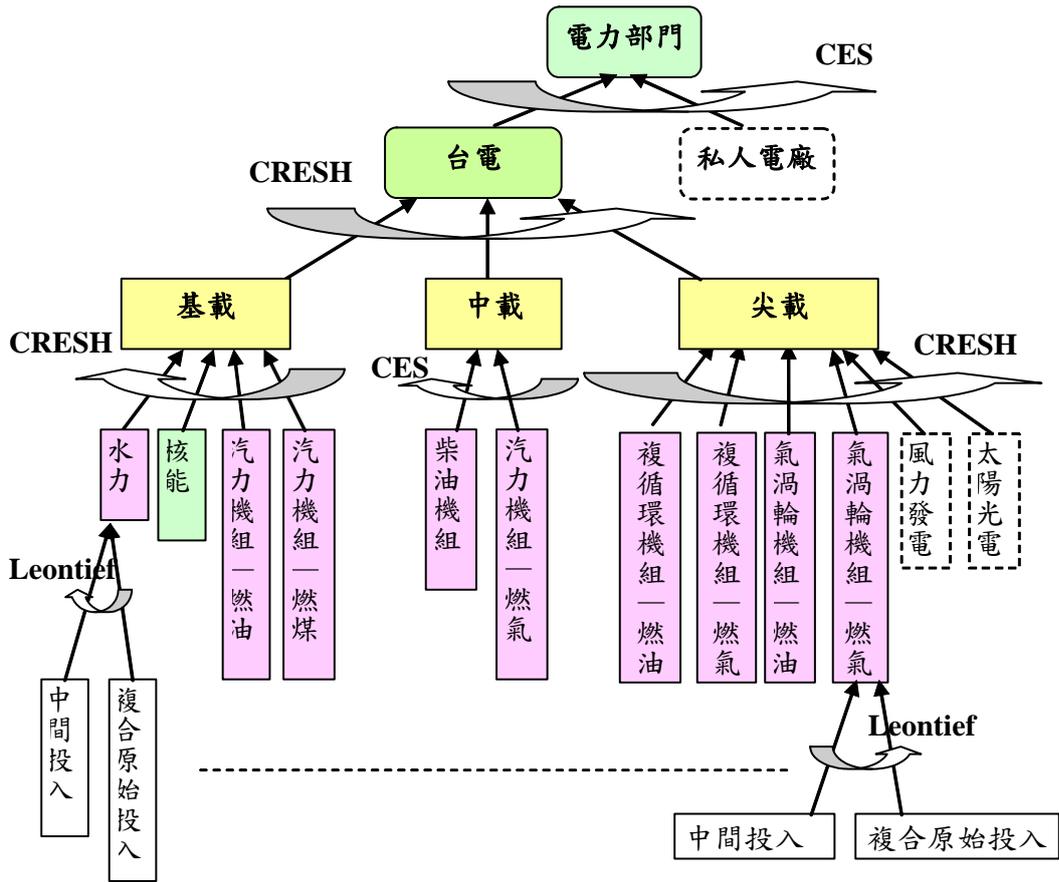


圖 1. 電力部門技術配套設計

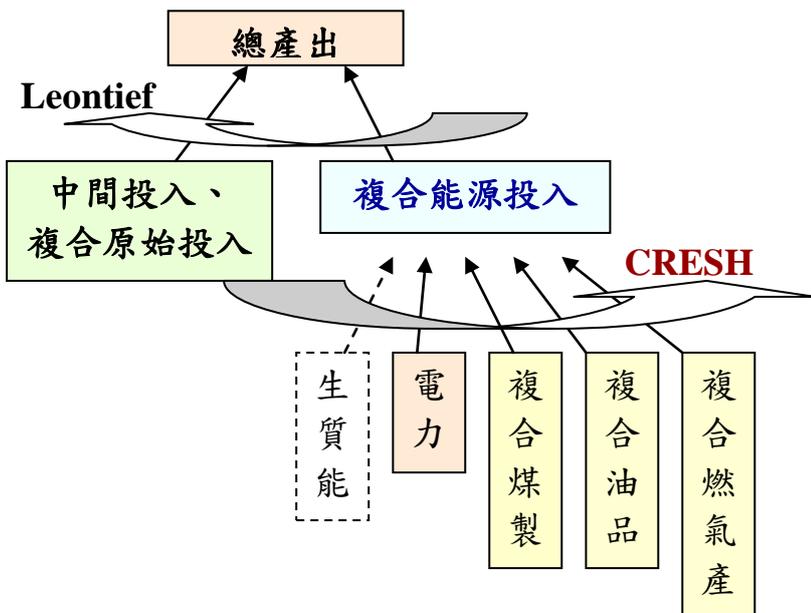


圖 2. 能源總產出之巢式結構及能源替代結構

附件八：參加 COP13 出國報告



**聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）
第十三屆締約國會議（COP13）暨京都議
定書生效第二屆締約國大會(MOP3)
出國報告**

（參加會議期間：2007 年 12 月 9~15 日）



李堅明

台灣經濟研究院

民 國 九 十 六 年 十 二 月 三 十 一 日

目 錄

壹、會議資訊.....	399
貳、參加人員名單與團務規劃.....	403
參、公約議題趨勢觀察.....	136
肆、周邊會議資訊分析.....	444
伍、結論建議.....	472

壹、會議資訊

一、會議時間

民國九十六年十二月三日（星期一）至民國九十六年十二月十四日（星期五）

二、會議地點

印尼 Nusa Dua 峇里島(Bali)舉行。



三、第十三屆締約國會議議程

本次會議同時是 UNFCCC 生效十三週年與京都議定書生效第三屆會議，主要的會期的安排包括：附屬機構會議、主席團會議、部長級會議、締約國全體會議、聯合國機構、計畫署、特別機構、及相關組織、政府與非政府組織聲明或發言。

本次會議議程分別就締約國全體會議、附屬履行機構會議、附屬科技機構會議等三項說明如下：

(一) 第 13 屆締約國會議(COP13)全體會議議程

1. 會議開幕

- (a) 第 12 屆締約國會議主席致詞
- (b) 選舉第 13 屆締約國會議主席
- (c) 主席發言
- (d) 致歡迎詞
- (e) 執行秘書發言

2. 組織事項

- (a) 《公約》和《京都議定書》的批准現況
- (b) 通過議事規則
- (c) 通過議程
- (d) 選舉主席以外的主席團成員
- (e) 接納相關組織為觀察員
- (f) 工作安排（含兩附屬機構會議）
- (g) 第 14 屆締約國會議的日期和地點與《公約》機構會議行事曆：COP14 預期於 2009 年 12 初在波蘭的 Poznan 市舉行

(h) 通過全權證書審查報告

3. 附屬機構的報告及其中的決議和結論：減緩氣候變遷之科學、科技與社會經濟觀點

(a) 附屬科學技術諮詢機構(SBSTA)報告

(b) 附屬履行機構(SBI)報告

4. 審查承諾的履行情況和《公約》其他規定的執行情況：促進長期合作行動的報告

(a) 具永續性的承諾目標

(b) 調適行動的描述

(c) 科技發展潛力的全面性瞭解

(d) 市場基礎機會的全面性瞭解

5. IPCC 第四版評估報告：參考第二十七屆 SBSTA 會議議程 (FCCC/SBSTS/2007/5)

6. 承諾執行的評鑑

公約財務機制：參考第二十七屆 SBI 會議議程(FCCC/SBI/2007/16)

(a) 國家通訊：附件一與非附件一國家通訊

(b) 技術移轉的發展

(c) 公約下的能力建構

(d) 執行公約第四條第八與第九款

(i) 執行布宜諾斯艾利斯之調適與回應措施計畫(decision 1/ CP.10)

(ii) 低度開發國家的相關事宜

7. 開發中國家毀林之排放減量議題：激勵行動分析

8. 公約第四條第二款(a)、(b)適宜性的第二次評鑑

9. 行政、財務與制度事務

(a) 2006~2007 兩年期方案預算執行情況

(b) 2008~2009 兩年期預算規劃

(c) 秘書處功能與運作的持續評鑑

10. 高階層(部長)會議

11. 觀察員組織的發言

12. 其他事項

13. 會議閉幕

(a) 通過第 13 屆會議報告

(b) 會議閉幕

四、聯合國氣候變化綱要公約第十三屆締約國會議及第二十五屆附屬機構會議日程安排

12月3日 星期一	12月4日 星期二	12月5日 星期三	12月6日 星期四	12月7日 星期五	12月8日 星期六
<ul style="list-style-type: none"> ■ 公約第 13 屆締約國會議開幕 ■ 議定書第 3 屆締約國會議開幕 ■ 第 27 科技諮詢機構、屆附屬機構會議、及特設工作小組開幕 	SBSTA 27、SBI 27 及 AWG4 會議	第三次締約國會議 (CMP 3)	非正式團體會議	公約締約國第 13 屆會議與議定書第 3 屆會議	非正式團體會議
			科技諮詢機構與履行機構第 27 屆會議、特設工作小組非正式會議		
12月10日 星期一	12月11日 星期二	12月12日 星期三	12月13日 星期四	12月14日 星期五	12月15日 星期六
非正式團體會議	第 27 屆附屬機構會議與第四屆特設工作小組閉幕	COP13 及 CMP3 高級部長會議			公約第 13 屆締約國會議：通過決議和結論 議定書第 3 屆締約國會議決議與閉幕
		高級部長會議開幕與 IPCC 報告			
		各國立場發言			

貳、參加人員名單與團務規劃

一、聯合國氣候變化綱要公約第十三次締約國大會參與名單

本次我國參與 COP13 代表團，由環保署張副署長豐藤擔任團長，督導團務與主導國際交流會談，與會代表團名單如下：

部 門	單 位	職 稱	姓 名
	行政院環境保護署	副署長	張豐藤
	行政院環境保護署	副處長	蔡鴻德
	行政院環境保護署	簡任技正	簡慧貞
	行政院環境保護署	科員	陳宜佳
	經濟部能源局	副局長	王運銘
	國際合作發展基金會	處長	史立軍
	經濟建設委員會	專員	劉筱慧
	外交部條法司	副司長	洪慧珠
	外交部條法司	組長	徐鼎昌
	外交部條法司	助理研究員	簡台珍
	外交部中南美司	參事	陳盛鵬
	行政院國科會	助理研究員	湯宗達
	行政院交通部	研究員	陳賓權
	農委會林務局	專門委員	管立豪
	高雄市環保局	副局長	蕭裕正
	高雄市環保局	股長	林燦明
	產業界 及學術 研究單 位	清大科法所	所長
台灣科技大學化工所		教授	顧 洋
台北大學資源所		助理教授	李堅明
台灣大學		助理教授	林子倫
台灣大學		教授	鄭福田
中國鋼鐵公司		處長	劉國忠
台灣中油公司		副處理	胡經武
台灣電力公司		總工程司	杜悅元
產基會		副總經理	陳文輝、崔天佑
環科公司		工程師	許淑麗、鄭智仁
永智顧問公司		總經理	石信智
工研院能資所		吳顧問煌、黃主任啟峰、胡研究員文正、盧副研究員裕倉、蔡副研究員妙珊	

四、COP13 日程活動規劃

COP13 日程活動規劃				說明
1. 代表團成員自行前往中正機場華航櫃檯等候辦理團體 Check-in。 2. 代表團抵達印尼巴里島國際機場，入境後團員可在機場兌換當地貨幣，駐地代表前往接機〈請外交部協助辦理〉，前往旅館； 3. 辦理註冊，領取識別證。				全體團員
日期	時間	活動內容	周邊會議與會談	
星期一	07: 00-08: 30	早餐(旅館供應)	視實際狀況規劃	視實際狀況及 任務分工規劃
	08: 00-10: 00	晨間會報		
	10: 00-13: 00	締約國會議、SBSTA與SBI聯席會議		
星期五	13: 00-15: 00	午餐(自理)		
	15: 00-18: 00	締約國會議、SBSTA與SBI聯席會議		
	18: 30 ~	晚餐		
星期六	另排	SBSTA與SBI聯席會議/自由活動		
		休會		
星期日		一日行程參訪/自由活動		
12/14	早上	團員自行用早餐		全體團員

	12:00 	1. 行李集中旅館大廳； 2. 團員各自辦理旅館結帳； 3. 團員出發赴巴里島機場辦理登機； 4. 搭乘班機返國。	
--	-----------	--	--

說明：

1. 自 12 月 05~12 月 8 日，外交部及工研院等計 4 人先抵達巴里島，負責研析議題發展、周邊會議、及國際交流會議等安排狀況，視實際狀況每日召開工作會議討論各項團務準備工作。
2. 自 12 月 9 日，所有團員到齊後，隔日上午 8:00~10:00，召開晨間會報，會報流程如下：
 - (1) 每日議程報告
 - (2) 任務分組報告：報告前日會議進展與當日會議分工規劃，每個任務分組得請 1~2 人進行簡報。
 - (3) 臨時動議
 - (4) 團長裁示當日團務
3. 晨間會報簡報每人以 5~10 分鐘為限，五張投影片以內，格式以主題、報告人、主要重點及分析、心得等四大項為主，請見晨間報告彙整格式表。

三、COP13 周邊會議總覽表

今年周邊會議內容仍然相當豐富而多元，包括溫室氣體減排政策、毀林、調適政策與城市溫室氣體行動等。

Scheduled	Time/room	Organizer	Title / theme
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	Global Environment Facility (GEF) Richard H Hosier rhosier@thegef.org +1 202 458 0290	Financing Adaptation Action: GEF projects under the SPA, the LDCF, and the SCCF The GEF will report on progress in developing and implementing adaptation projects, including under the LDCF, the SCCF and the SPA
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 BICC/CCTV	Global Environment Facility (GEF) Richard H Hosier rhosier@thegef.org +1 202 458 0290	Pacific Alliance for Sustainability GEF support to the Pacific Islands is taking shape and will be implemented over the coming years
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 BICC/CCTV	Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Maria Netto sseth@unfccc.int +49 228 815 1430	Investment and financial flows to address climate change - presentation of paper Assessment undertaken by the UNFCCC secretariat of investment and financial flows relevant to the development of an effective and appropriate international response to climate change
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 BICC/CCTV	Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Michaela Koch mkoch@unfccc.int +49 228 815 1696	Joint Implementation Supervisory Committee (JISC): question and answer session The JISC will explain its work programme and the progress made so far, and answer questions from the audience
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 BICC/CCTV	WMO/UNEP Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Renate Christ rchrist@wmo.int + 41 22 730 8574	IPCC contribution to the NWP - Activities of the TGICA & resources available on the IPCC DDC Introduction to the activities and services provided by the IPCC Task Group for Data and Scenario Support for Impacts and Climate Analysis (TGICA), demonstration of data, scenarios and tools available on the DDC, and a quick overview of where NWP relevant information can be found in the IPCC AR4
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 BICC/CCTV	WMO/UNEP Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Renate Christ	The IPCC AR4 Synthesis Report; Key findings for policymakers Briefing for Ministers and heads of delegations by the IPCC Chair and members of the Core Writing Team of the AR4 Synthesis Report

		rchrist@wmo.int + 41 22 730 8574	
Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 BICC/CCTV	Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Mong-Quyen Tran-Phuc qtran-phuc@unfccc.int +49 228 815 1613	CDM Executive Board: Question and Answer session The Executive Board of the CDM will report on its activities and answer questions from the audience
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	HELIO International (HELIO) Laura Williamson helio@helio-international.org +33 1 4224 5148	Vulnerability, adaptation, energy resilience: tools to reinforce energy system resiliency Discuss points of vulnerability as they relate to climate change and sketch changes needed to increase resilience. Recommendations will be incorporated into an on-going project to develop tools that assess and increase energy system resiliency in developing countries
Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Wind, GH	Conservation International (CI) Laura Ledwith lledwith@conservation.org +1 703 341 2583	Linking climate, biodiversity and human welfare in RED: experiences and opportunities from Africa Government and NGO representatives from Liberia and Madagascar will offer technical and practical lessons learned, challenges and opportunities from existing and developing multi-benefit forestry initiatives to inform AFOLU, post-2012 and REDD negotiations
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	International Atomic Energy Agency (IAEA) H-Holger Rogner h.h.rogner@iaea.org +43 1 26 002 2776	Nuclear power prospects and IAEA assistance for interested developing countries Expectations for nuclear power are rising. The session will review recent projections; national plans; IAEA capacity building in developing countries for energy system analysis; and the legal, safety, security, non-proliferation and technical assistance the IAEA can provide to interested countries
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	National Carbon Sequestration Foundation (NCSF) Evgeny Sokolov SokolovEA@ncsf.ru +7 495 975 7835	Implementation of the Kyoto Protocol in Russia: current status and outlook Russian officials will present recent developments in implementation of the Kyoto Protocol (national inventory and registry, JI approval procedures, etc.), while representatives from business and NGOs will talk about corporate GHG emission reduction policies and JI project opportunities
Monday, 10 Dec 2007	10:30-12:30 Biofuel, GH	Asian Development Bank (ADB) Toru Kubo cwillamar@adb.org +63 2 632 5912	Asian knowledge mart on clean energy and climate change Asia will be facing the consequences of climate change for years to come. One of the pathways to meet the challenges ahead is the existence of truly local institutions that can generate and disseminate knowledge. The session will present flagship products from Asian institutions pioneering the way

Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) Kija Kummer Brown kummer@wbcsd.org +41 22 839 3147	Business and government leaders pair up to discuss a post 2012 climate architecture. Representatives will explore how business and governments can work together effectively to scale up the investment and deployment of low carbon technologies, how parallel market approaches can be linked to a global system, and how to meet the needs of developing countries
Wednesday, 12 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	International Trade Union Confederation* (ITUC) Lucien Royer royer@tuac.org +331 55 37 37 37	Green jobs & skills: drivers for climate transitions An integrated approach to climate change allows us to capture the positive employment impacts of mitigation and adaptation measures. Also, Trade Unions will propose accompanying measures to moderate their negative impacts on workers and employment, when necessary
Friday, 14 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	FACE Foundation (FACE) Igino Emmer igino.emmer@emmer-internationaal.eu +31 653 699610	A/R CDM projects stranded? Methodologies and tools that help them fly During this informal event A/R experts (including A/R WG members) will demonstrate various methodologies and tools for developing A/R methodologies and PDDs for compliance and voluntary markets
Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	GERMANWATCH Jan Burck burck@germanwatch.org +49 228 604 9221	Assessing mitigation policies on the basis of the Climate Change Performance Index. CAN Europe and Germanwatch will present an assessment of mitigation policies, introducing the results of the 3rd release of the Climate Change Performance Index (CCPI). The country ranking shows the mitigation performance of the 56 most CO2 emitting nations
Wednesday, 12 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	University of East Anglia (UEA) Henry Neufeldt h.neufeldt@uea.ac.uk +44 1603 591120	Global Mitigation Strategies for Climate Change - Results from the ADAM project The Adaptation and Mitigation Strategies: Supporting European Climate Policy project (ADAM) is presenting results on long-term CC mitigation scenarios; costs, technologies and strategies for CC; and global governance for mitigating CC during a panel discussion with international experts
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP) Katrina Lederer-Geh katrina.lederer@reeep.org +43 1 26026 3425	Sustainable growth through energy efficiency Comprehensive presentations on how energy efficiency measures impact sustainable growth in developing countries emerging markets
Saturday, 08 Dec 2007	15:30-17:30 Tidal, GH	Institute for Public Policy Research (IPPR) Jennifer Bird j.bird@ippr.org +44 207 470 6118	Towards a Global Grand Bargain: On what terms should the developing world accept new climate goals? A post-2012 deal needs to achieve a peak and decline in global emissions by 2020, towards deep cuts by 2050. How should the burden of doing that be shared between

			developed and developing countries? Will per capita convergence be enough, given big differences in wealth and historic responsibility?
Monday, 10 Dec 2007	10:30-12:30 Solar, GH	Woods Hole Research Center (WHRC) Tracy Johns tjohns@ucsusa.org +1 602 349 6200	Linking climate policy with development strategy: Win-Win options for Brazil, China and India Program and technology opportunities to reduce emissions and achieve development goals through 2025. Brazil, avoided deforestation; China, coal power and transport sectors; India, coal-based power sector and biomass. Economic, technical, political barriers assessed
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Climate Action Network International (CAN International) Karim Harris karim@climnet.org +32 229 5225	NGO BALI mandate An NGO assessment of what a post-2012 framework should look like
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 Hydro, GH	Free University Amsterdam, Institute for Environmental Studies (IVM-VU) Eric E. Massey eric.massey@ivm.vu.nl +31 61 525 6423	Perspectives on global adaptation architecture: human and food security & institutional deadlocks As adaptation moves to the forefront of the climate debate we must be mindful of its evolving institutional architecture. Our event presents three relevant issues for adaptation: human security, food security & institutional deadlocks, and how the current institutional structure might address them
Friday, 07 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	London Climate Change Services (LCCS) Adam Nathan adam.nathan@carbonmarketsassociation.net +44 7970 34 2576	Creating successful partnerships for the development of clean development mechanism projects This seminar will share UK experience in developing CDM projects, including examples of partnerships formed through trade missions. The seminar panel will be made up of industry representatives/Carbon Markets Association and the UK government's Climate Change Projects Office
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 Wind, GH	Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy Wolfgang Sterk wolfgang.sterk@wupperinst.org +49 202 2492 149	Building blocks for a post-2012 regime The side event will discuss potential pathways for the post-2012 regime. A particular focus will be on policy scenarios for post-2012, possibilities for a stronger integration of rapidly industrialising countries in mitigation activities and the future development of the CDM
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	International Chamber of Commerce (ICC) Carlos Busquets carlos.busquets@iccwbo.org +33 1 4953 2975	Sectoral approaches to climate change Highlight the actions of a large number of industry sectors in combating climate change and discuss how they might function in the framework of international climate policy implementation
Thursday,	10:30-12:30	LIFE e.V. (LIFE)	Women in the forest: no fairy tale

06 Dec 2007	Hydro, GH	Ulrike Roehr roehr@life-online.de +49 30 3087 9835	How women use forest resources, how they need to adapt to climate change, and how they contribute to forest conservation. We will present case studies and draw conclusions for climate policy
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	Overseas Environmental Cooperation Center, Japan (OECC) Junko Morizane morizane@oecc.or.jp +81 3 5472 0144	Co-benefits approach: development needs-oriented efforts to address climate change and CDM Efforts to address co-benefits (climate & development) are rapidly expanding in response to growing interests in development aspect. The session focuses on how to maximize co-benefits for developing countries, and showcases good practices and quantitative evaluation tools recently invented by Japan
Monday, 10 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	Harvard University Robert C. Stowe robert_stowe@harvard.edu +1 617 496 4265	Architectures for agreement: Issues and options for post-2012 international climate change policy Joseph Aldy and Robert Stavins will describe the Harvard Project on International Climate Agreements, which seeks to identify key elements of a scientifically sound, economically rational, and politically pragmatic post-2012 international policy architecture, based upon wide-ranging expert analysis
Tuesday, 11 Dec 2007	15:30-17:30 Hydro, GH	e8* Ghita Benessahraoui benessahraoui.ghita@hydro.qc.ca +1 514 392 5642	Transfer of technological expertise for climate change mitigation: the e8 experience The e8, a non-profit international group of nine major electricity companies from G8 countries, promoting sustainable development through electricity sector projects and HCB activities worldwide, will share its experience in the transfer of technological expertise for climate change mitigation
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	The Climate Group Chris Leigh cleigh@theclimategroup.org +44 207 960 2982	States and regions leading the way on climate change solutions Sub-national governments (states and regions) in many parts of the world are taking leadership actions to combat climate change. The event will showcase climate actions by a diverse range of states and regions from across the world
Thursday, 13 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	European Conference of Ministers of Transport (ECMT) Philippe Crist philippe.crist@oecd.org +33 1 4524 9447	Fuel efficiency in transport: achieving the potential Past vehicle fuel efficiency improvements have not fully delivered on their promise. Gains have been eroded by increased vehicle size, power, comfort and driving. We investigate the real potential for efficiency improvements and propose a way forward
Friday, 14 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	European Climate Forum* (ECF) Antonella Battaglini antonella@european-climate-forum.net +49 331 288 2670	1-2 p.m. CIRCE project. 2-3 p.m. Business Scorecards in Bali 1. CIRCE aims at developing for the first time an integrated assessment of the climate change impacts in the Mediterranean countries in terms of joint adaptation and mitigation strategies. 2. Business scorecards in Bali: are the demands of the business community being met in Bali?
Monday,	10:30-12:30	World Council of Churches (WCC)	The right to development in a climate constrained world

10 Dec 2007	Hydro, GH	Elias Crisostomo Abramides eliasabramides@fibertel.com.ar +54 11 4795 9741	Greenhouse Development Rights, an emergency climate stabilization framework, preserves the right of all people to reach a dignified level of sustainable human development free of poverty. The event presents it, the political goals, and responses from a number of developing world negotiators
Thursday, 13 Dec 2007	15:30-17:30 Tidal, GH	France Marie Jaudet marie.jaudet@ecologie.gouv.fr +33 1 4219 1539	Which priority of the French policy for the post 2012 climate change regime? Side event with the participation of Jean Louis Borloo, Minister for Ecology, Sustainable Development and Spatial Planning: National action plan, research and innovation policies, international cooperation, climate science and adaptation, assesment of forest cover changes
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Heinrich Boll Foundation (HBF) Rita Hoppe hoppe@boell.de +49 30 2853 4216	Nuclear energy: myth and reality As nations worldwide seek to reduce greenhouse gas emissions, nuclear energy is promoted as a solution to climate change. On this side event experts from Europe, Australia, Brazil, South Africa and India discuss the role of nuclear energy in combating climate change, and present the alternatives
Thursday, 13 Dec 2007	10:30-12:30 Solar, GH	Amazon Institute for Environmental Research (IPAM) Paulo Moutinho moutinho@ipam.org.br +55 61 3349 3698	Amazon forest people alliance and compensation for reduction of emissions from deforestation (RED) The renewed Alliance of People of the Amazon forest, that unites indigenous people and rubber tappers, among others, came together to request the compensation for the ecosystem services of the forests protected by their struggles through access to carbon markets
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	International Energy Agency (IEA) Jenny Gell jenny.gell@iea.org +33 1 4057 6729	Energy policy in a greenhouse world. Recent work from the IEA Results on how to pursue CO2 mitigation from the energy sector, from end-use energy efficiency to sectoral approaches. Presentations include new results from the WEO with a special focus on China & India; & energy use and CO2 trends in transport
Thursday, 06 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	Joanneum Research Tracy Johns tracy.johns@joanneum.at +43 316 876 1422	New technologies and innovative approaches to monitor emissions from deforestation and degradation The Woods Hole Research Center presents results on quantifying REDD in Amazon and Congo basins using ground surveys, Landsat, MODIS, ALOS/PALSAR radar, ICESat/GLAS lidar data, and REDD readiness in the DRC. Tuev Sued presents on verification of emission reductions in forestry projects
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	World Resources Institute (WRI) Natalie Bushell nbushell@wri.org +1 202 729 7670	Land use, climate and development: understanding the linkages and finding solutions As the world works on addressing the consequences of climate change, efforts are ongoing to understand how climate is impacted by other developments, including: land-use change and the preservation of forests, energy sources such as biofuels and

			carbon accounting generally
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Asian Institute of Technology (AIT) Ram M. Shrestha ram@ait.ac.th +66 2524 5406	Carbon management in cities: gaps in policy discussions and scientific understanding Identifies and highlights key gaps in policy discussions and scientific understanding for carbon management in cities of developing and the developed countries with active participation of the researchers as well as decision makers in cities
Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Hydro, GH	European Renewable Energy Council (EREC) Oliver Schäfer schaefer@erec.org + 32 49 66 52 837	European Renewable Energy Council: the energy (r)evolution - a sustainable world energy outlook "This publication provides much analysis and well-researched material to stimulate thinking" says the Chairman of the IPCC Dr Pachauri. Insights will be given on how to cut global CO2 emissions by 50% in 2050, whilst providing a secure and affordable energy supply and maintaining economic growth
Thursday, 13 Dec 2007	15:30-17:30 Wave, GH	IUCN - The World Conservation Union Elise Buckle elise.buckle@iucn.org +4122 999 0240	Dispelling the myths: biofuels for climate change mitigation and adaptation This high level event will discuss the potential of biofuels for climate change mitigation and adaptation, highlight key factors and current analysis; and create a forum with speakers on policy implications required to enable biofuels to contribute to a lower carbon and sustainable energy future
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	ClimateNet* Axel Michaelowa info@perspectives.cc +41 76 232 4004	Understanding the CDM: finding the way through the maze of rules Presentation of CDM guide book - the reference for project developers
Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	University of Oxford, Environmental Change Institute (ECI) Philip Mann philip.mann@eci.ox.ac.uk +44 18 6527 5859	How can we get more GHG emissions out of the atmosphere and contribute to sustainable development? Given huge challenges of GHG reductions and sustainable development, researchers from the Environmental Change Institute at Oxford University and the Tyndall Centre, a UK consortium of universities, provide insights from unpublished research into the potential for significant reductions beyond Kyoto
Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	United Nations Environment Programme (UNEP) Arkadiy Levintanus Arkadiy.Levintanus@unep.org +254 20 762 4728	Adapting to climate change, from political commitment to action The UN Secretary General's High Level Event on climate change has built the momentum to combat climate change at the highest political level. The event is an important follow up. It is an informal forum to present key outcomes of the HLE on adaptation and discuss a ways forward in the post Kyoto era
Saturday, 08 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	Climate Alliance (Klima-Bundnis) Thomas Brose t.brose@climatealliance.org	Local Governments Climate Partnership: Bringing cities in the USA, Germany and Japan together The Climate Alliance of European Cities and ifeu/Heidelberg will present a

		+49 69 7171 3931	benchmarking system for local climate change policies and measures for Germany, the USA and Japan. It is part of a new German initiative to promote the cooperation between local governments of these three countries
Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	International Tropical Timber Organization (ITTO) Emmanuel Ze Meka zemeka@itto.or.jp +81 45 223 1110	Sustainable forest management to reduce deforestation and forest degradation in the tropics ITTO, collaborators and project participants will share their experiences in enhancing Sustainable Forest Management (SFM) focusing on avoided deforestation and conservation of biodiversity. Also, a tropical perspective of combating deforestation in the context of the UNFCCC will be presented.
Thursday, 13 Dec 2007	10:30-12:30 Hydro, GH	Winrock International India (WII) Aditi Dass aditi@winrockindia.org +91 124 430 3823	How can the CDM help improve air quality in megacities? The project explores the synergies between the CDM and urban air quality. In the side event the outcomes of 2 year research project with concrete case studies in 4 Asian cities will be presented. Various experts will highlight how more CDM projects in the transport sector can be developed
Monday, 10 Dec 2007	15:30-17:30 Hydro, GH	WWF Martin Hiller mhiller@wwfint.org +41 79 347 2256	Emissions reduction pathways for emerging economies: post-2012 solutions Emerging economies have a significant potential to reduce energy intensity and minimize their emissions. At the side event, WWF and partners will discuss sectoral examples for emission abatement potentials in China, India and other emerging economies, and discuss lessons for the post-2012 regime
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	Institution for Transport Policy Studies* (ITPS) Iwao Matsuoka matsuoka@jterc.or.jp +81 3 5470 8420	Getting the climate right for transport by TRL/GTZ, UITP, UIC, ITPS - Part 2 In this side event, options for how decision-makers can integrate climate change mitigation measures into the transport sector will be discussed. The side events combine practical as well methodological approaches with actual experience on sustainable transportation
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	Center for International Climate and Environmental Research (CICERO) Silje Pileberg siljeip@cicero.uio.no +47 2285 8774	Global outlook for ice and snow The melt of Asian mountain glaciers can lead to increased water shortages for 1.3 billion people. This topic will be highlighted when the UNEP report Global Outlook for Ice and Snow is presented. Other topics will be the consequences of sea level rise and the melting ice in the Arctic
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Tidal, GH	Practical Action Rachel Berger rachel.berger@practicalaction.org.uk +44 19 266 34400	Integrating community-based adaptation into the post-2012 framework Supporting vulnerable communities to adapt to climate change requires national enabling policy and planning frameworks, adequate funding mechanisms built into the UNFCCC post-2012 framework, and clear process for access and delivery of funds. The challenges of implementation will be explored
Saturday, 15 Dec 2007	15:30-17:30	ZERI Foundation* (ZERI)	New carbon markets in Japan, Africa and Latinamerica

08 Dec 2007	Hydro, GH	Katherina Bach de Pauli bach@zeri.org +81 3 3281 3330	The ZERI Foundation, the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan (METI) and Latin- American and African Financial Institutions will expose the improvement of the Latin American Carbon Exchange, the African Carbon Exchange and the Japanese Carbon Market
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	United Nations University (UNU) Koko Warner warner@ehs.unu.edu +49 228 815 0226	Climate risk insurance This session explores ways to implement insurance-related mechanisms for climate adaptation, targeting specific projects and stakeholders in the process. The session examines multi-year index-based weather coverage in Africa and in Asia, and the roles of different actors in implementing the schemes
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	Denmark Eva Jensen evj@mim.dk +45 72 54 61 21	Launch of a new adaptation support facility: reducing CC vulnerability in Sub-Saharan Africa Immediate action is needed to reduce the climate vulnerability of the sub-Saharan region. The CC DARE, a joint UNEP/UNDP programme, provides targeted and flexible support for the integration of adaptation into development planning and decision-making. Key speakers from UNEP, UNDP and Danida
Friday, 07 Dec 2007	15:30-17:30 Hydro, GH	Centre for International Sustainable Development Law (CISDL) Sébastien Jodoin sjodoin@cisdl.org +31 63 803 9942	Law & governance of climate change adaptation & vulnerability A discussion of the law and governance issues and obstacles arising out of the implementation of international policy on adaptation, the use of legal concepts and mechanisms to facilitate and complement it and the legal aspects of the pursuit of specific adaptation measures and projects
Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Solar, GH	The Nature Conservancy (TNC) Sascha Müller-Kraenner smullerkraenner@tnc.org +49 30 284 984 1950	Adaptation with nature The Nature Conservancy and partners will present case studies from Indonesia and other coastal nations on how habitat protection can enhance adaptation to dangerous climate change and improve sustainable livelihoods. Adaptation is likely to be a key element of any future post 2012 agreement
Thursday, 06 Dec 2007	20:00-21:30 Hydro, GH	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Reuben Sessa reuben.sessa@fao.org +39 06 5705 6519	Terrestrial Essential Climate Variables for assessment, mitigation and adaptation GTOS reviews the importance of the 13 terrestrial Essential Climate Variables (ECVs) to address issues related to climate change, sustainable development and environmental management. Speakers will show how observations, methodologies and standards are being used to meet the needs of stakeholders
Friday, 07 Dec 2007	20:00-21:30 Hydro, GH	Oxfam Great Britain (OXFAM) Tata Mustasya tmustasya@oxfam.org.uk +62 812 9626 997	The human impact of climate change in Indonesia People in Indonesia affected now by climate change will pose a question through short 2-3 minute films to a high level panel made up of an Indonesian policymaker, scientist, economist and civil society representant. It will be moderated by a distinguished Indonesian journalist

Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	Slovenia Annex I Expert Group elizabeth.corbett@oecd.org +33 1 4524 7693	OECD/IEA Annex I Expert Group: Issues in broadening the scope of mitigation activities New analysis by the AIXG on: use of SD-PAMs, commitment period length, incentives to reduce emissions from deforestation (RED) and inclusion of CCS in the CDM
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Elizabeth Corbett elizabeth.corbett@oecd.org +33 1 4524 7693	Analysis to support a solid economic basis for post-2012 action The OECD Secretary-General will lead a discussion on how to ensure a solid economic footing for the post-2012 framework. Including main messages from OECD work on: economic and climate change modelling; policy instruments; adaptation, and benefits of climate policies from global to city scale
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	United Nations University (UNU) Andreas Rechkemmer mullin@ihdp.unu.edu +49 228 815 0602	Vulnerability, adaptation, resilience: cutting-edge science for informed decisions The IHDP network has been shaping the global discourse for understanding large-scale environmental change phenomena such as climate change. Concepts of vulnerability, resilience, and adaptation are cutting-edge and particularly fruitful in this regard - both for science and practice
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Wave, GH	Responding to Climate Change (RTCC) James Ramsey james@entico.com +44 207 799 2222	Responding to climate change Examples of emissions reduction technology and the use of carbon market mechanisms. Concrete actions are needed in order to effectively mitigate climate change. This event showcases leading technologies for climate action and illustrates how market mechanisms employ technology in reducing emissions
Saturday, 08 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	University Corporation for Atmospheric Research (UCAR) Peter Backlund rhauser@ucar.edu +1 303 497 1117	Closing in on the missing carbon sink: Implications for climate research and mitigation Recent analysis of historic airborne atmospheric CO2 measurements suggests that intact, tropical forests remove far more atmospheric CO2 than previously believed and northern forests less, highlighting the importance of tropical forest preservation in development of effective mitigation strategies
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	Belarus Alexandre Grebenkov sasha_grebenkov@mail.ru +375 29 685 2338	National climate policy in Belarus: domestic measures complemented with Kyoto mechanisms Belarus has established a framework to accommodate Kyoto mechanisms and help the use of GHG mitigation potential. The National Climate Programme contains a number of measures to be implemented through domestic efforts, JI projects, GIS, and voluntary emission reduction initiatives
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	Global Legislators Organisation for a Balanced Environment (GLOBE EU) Adam Matthews kiikg@parliament.uk	GLOBE G8 +5 Climate Change Dialogue on post-2012 GLOBE G8 +5 Climate Change Dialogue Post-2012 Framework Presentation of GLOBE Legislators Process and Lord Michael Jay's post-2012 framework paper: panel to include Rt Hon Elliot Morley MP and senior legislators from EU, US, India and Japan

		+44 207 222 6960	
Tuesday, 11 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	Institut du developpement durable et des relations internationales* (IDDRI) Sheila Wertz sheila.wertz@iddri.org +66 (0)85 909 8797	Accommodating national circumstances in an international REDD regime A key challenge in the REDD debate is how to effectively accommodate the diversity of national circumstances. To identify potential paths towards a locally sensitive, international REDD regime, IDDRI organizes a roundtable with key negotiators and experts
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR) Silvi Llosa llosa@un.org +41 22 917 8904	Adaptation post-2012: reducing vulnerability and risk The ISDR Working Group on Climate Change and Disaster Risk Reduction (comprising 14 ISDR system partners--UN agencies and NGOs) will present elements that can guide adaptation, based on decades of experience in reducing disaster risk
Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	CARE International Foundation (Cooperative for Assistance and Relief Everywhere)* (CARE International) Angie Dazé angie@care.ca +1 613 228 3916	Making adaptation funding mechanisms work for the most vulnerable CARE, Oxfam and WWF discuss what it will take in terms of both scale and structure for adaptation funding mechanisms to meet the needs of the most vulnerable
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	China Association for Science and Technology (CAST) Bangbo Cheng chengbb@igsnr.ac.cn +86 10 6488 9829	Rethinking the role of capacity building in international climate change negotiation This side event will provide case studies on education migration to rebuild fragile ecosystems and the role of scientific research on changing agricultural practice for mitigating climate change. Development of a multidisciplinary educational and training program in China will also be presented
Thursday, 13 Dec 2007	10:30-12:30 Biofuel, GH	Institut International du Froid (IIF) Jean-Luc Dupont jl.dupont@iifiir.org +33 1 4227 3273	Saving energy in refrigeration and air conditioning: a crucial challenge for global warming mitigati Refrigeration is indispensable to life. It accounts for about 15% of worldwide electricity use, so improving the energy efficiency of refrigeration equipment is an essential challenge for global warming mitigation, being as vital as the limitation of emissions of refrigerants such as HCFCs
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Hydro, GH	Natural Resources Defense Council (NRDC) Melanie Nakagawa mnakagawa@nrdc.org +1 202 513 6266	NRDC & Union of Concerned Scientists: U.S. global warming emission reductions-targets and strategies A discussion of recent analyses of U.S. emission reduction targets consistent with preventing global warming of more than 2 degrees, technology strategies capable of achieving these emission reductions, and an evaluation of legislation proposed in the U.S. Congress in comparison to these benchmarks

Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	World Meteorological Organization (WMO) Amir H. Delju adelju@wmo.int +41 22 730 8360	Improved decision making for climate adaptation: providing a science base WMO, GCOS and WCRP will describe a science-based approach to adaptation to climate variability and change and clarify how climate observation and modelling skills can help provide the information needed for adaptation. This perspective promotes the role of science in national adaptation strategies
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Centre for Socio-Economic Development (CSEND) Anne Arquit Niederberger policy@optonline.net +1 917 518 5094	Scaling up energy efficiency under the CDM - Do we need a 'Plan B'? Energy efficiency is among the cheapest, cleanest and most rapidly deployed energy sources This panel session will address prospects for scaling up energy efficiency CDM and explore other approaches to promote energy efficiency under the UNFCCC/Kyoto Protocol going forward.
Thursday, 06 Dec 2007	10:30-12:30 Biofuel, GH	PELANGI Henriette Imelda h.imelda@pelangi.or.id +62 21 72801172	Looking into the future: one eye on climate change, one eye on poverty alleviation Pelangi would like to put forward that future climate change solutions must also address poverty alleviation and access to basic needs by linking issues in climate change, energy, and transportation. This presentation is the result of a series of discussions organized by Pelangi in 2007
Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Centre for European Policy Studies (CEPS) Christian Egenhofer monica.alesi@ceps.eu +32 47 7342 149	Putting sectoral industry approaches to the test Sectoral industry approaches are advocated as a possible option to reduce GHG emissions. The event will test examples of sectoral approaches (eg cement, steel, aluminium) to check whether they can combine early, effective action, with engaging developing countries, and improve performance efficiency
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	World Bank Ian Noble inoble@worldbank.org +1 202 473 1329	Putting people first ; making climate action work for development President Gayoom of the Maldives and Mr de Boer, UNFCCC Executive Secretary join Katherine Sierra, World Bank Vice President, to examine the impact of, and adaptation to, climate change. A video presenting three poor people living on three continents dealing global warming will be shown
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	Institute for Global Environmental Strategies (IGES) Ancha Srinivasan ancha@iges.or.jp +81 46 855 3818	The climate regime beyond 2012: reconciling Asian priorities and global interests Since 2005, IGES has been organizing a series of multi-stakeholder consultations on climate regime beyond 2012. The event will summarize the outcomes of the third round of consultations held in China and India. A panel discussion on options to balance global priorities and Asian interests follows
Saturday, 08 Dec 2007	15:30-17:30 Wave, GH	National Institute for Environmental Studies (NIES) Katsunori Hirokane white.masako@nies.go.jp	"Low-Carbon Asia" - how to align climate change and sustainable development We discussed how to develop a Low-Carbon Society (LCS) at COP11/12 side events, and invited countries to participate in our Japan-UK joint LCS research

		+81 29 850 2169	project(http://2050.nies.go.jp). At this year's event we will focus on Asia and discuss how to achieve a sustainable LCS with several experts
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	World Health Organization (WHO) Diarmid Campbell-Lendrum campbellendrumd@who.int +41 22 7914261	Health protection from climate change WHO and partners will describe the international health response to climate change, including launch of a global strategy on health protection from climate change, announcement of increased country support, and examples of promoting health through mitigation and adaptation from across the world
Wednesday, 05 Dec 2007	20:00-21:30 Hydro, GH	Global Forest Coalition (GFC) Simone Lovera simonelovera@yahoo.com +595 21 66 3654	Clashing strategies: promoting agrofuels and reducing deforestation The contradictions between the promotion of large-scale agrofuel production, and the reduction of deforestation in developing countries (REDD), and the need to protect Indigenous Peoples' rights
Tuesday, 11 Dec 2007	10:30-12:30 Solar, GH	Wetlands International Marcel Silvius marcel.silvius@wetlands.org +31 317 478861	Incentives for avoiding emissions from tropical peatlands Emissions from degraded SE Asian tropical peatlands cause 8% of global CO2 emissions and will increase further in the absence of incentives for improved management. This side event discusses opportunities in free carbon trade, new finance mechanisms and community-based approaches
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	U.S. Climate Action Network (USCAN) David Turnbull dturnbull@climatenetwork.org +1 202 609 9846	US Climate Action Update on action to address climate change in the United States
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	South Africa Gugu Zulu gzulu@deat.gov.za +27 12 310 3905	Global Network of Women Ministers for the Environment Levers of global security: examining how a changing climate impact women
Thursday, 13 Dec 2007	15:30-17:30 Hydro, GH	Research Centre for Sustainable Development (RCSD) Wang Mou wangmou@yahoo.cn +86 136 8100 7598	Programmatic CDM in China: how to realize the full CDM potential and its impacts Scholars will introduce their latest findings on programmatic CDM studies, including latest P-CDM rules, P-CDM methodological issues, the impacts of global carbon market on P-CDM implementation, the potential of P-CDM, social and economic impacts of P-CDM and especially the P-CDM case studies
Saturday, 08 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Global Environment Centre (GEC) Faizal Parish faizal.parish@gmail.com + 60 3 7957 2007	Climate and sustainable biofuels Biofuels are both a solution and a cause of climate change; expansion of biofuel production may enhance GHG emission. Proper crops and site selection is needed to reduce net GHG emissions. UNFCCC, experts and industry need new standards. New options for sustainable solutions will be shared

Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Wave, GH	Federation of German Industries (BDI) Joachim Hein j.hein@bdi.eu +49 30 2028 1555	Business for climate protection - Costs and potentials of GHG abatement in Germany Presentation of results by BDI and BMU (Fj. Schafhausen) of McKinsey study on reduction technologies for all sectors of society. Further cost-efficient reduction potentials can be unleashed in close cooperation with the German government
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	TEARFUND Laura Hughes laura.hughes@tearfund.org +44 20 8943 7956	Up in smoke? Asia and the Pacific. report launch by the UK Working Group on Climate and Development The fourth working group report describes the impacts that climate change is having on the development of countries and people in Asia and the Pacific, with particular focus on China, India and Bangladesh. Ways of coping with climate change are described and a post-2012 future is mapped out
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	SouthSouthNorth (SSN) Barry Kantor barry@southsouthnorth.org +27 21 425 1464	SouthSouthNorth in Asia - mitigation and adaptation for helping the poor Poverty reduction and capacity building through project and policy initiatives pioneered in Bangladesh and Indonesia by SouthSouthNorth
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Hadley Centre for Climate Prediction and Research Fiona Smith fiona.smith@metoffice.gov.uk +44 1392 88 4240	Climate research at the Met Office Hadley Centre: new science to inform policy The climate change agenda is moving from proving man-made change is real to taking costly actions to mitigate and adapt to inevitable climate change. The new Met Office Hadley Centre 5 year research programme will provide more detailed regional climate change predictions vital to inform decisions
Friday, 07 Dec 2007	20:00-21:30 Wind, GH	Global Canopy Programme* (GCP) Katherine Secoy k.secoy@globalcanopy.org +44 18 6572 4222	Ecosystem services trading: a new market solution to stabilize climate & conserve biodiversity Conserving tropical forests offers the largest immediate opportunity for mitigating CO2 emissions and sustaining forest ecosystem services. We propose a new large-scale tool enabling these services to be traded, delivering greater economic value than agribusiness and complementing REDD proposals
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 BICC/CCTV	United Nations Development Programme (UNDP) Vivienne Caballero vcaballero@undp.org +1 212 906 5866	Climate change and human development: charting a new course through international cooperation Panel debate on the threat posed by climate change to the world's poor, strategies for mitigation and adaptation. Panel including Nicholas Stern, author of The Economics of Climate Change, and Kevin Watkins, Director of the UNDP's Human Development Report Office
Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Michele Bernardi	Emissions reduction from agriculture, forestry and livestock Agricultural sector contributes over 35% to global GHG emissions, 18% of global CO2 emissions result from deforestation, 18% of GHG emissions from livestock production.

		Michele.Bernardi@fao.org +39 06 5705 2442	Ways to assess land-use changes and to reduce GHG emissions from the agriculture, forestry and livestock sectors will be discussed
Friday, 07 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	United Nations Development Programme (UNDP) Vivienne Caballero vcaballero@undp.org +1 212 906 5866	The United Nations & China: connecting institutions, market and knowledge to combat climate change The new UN Climate Change Partnership Framework - 8 United Nations agencies, the Government of China and partners from private and public sectors addressing: post-Kyoto strategies/policy responses, innovative models for technology transfer and the impacts of climate change on the MDGs in China
Thursday, 13 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	Environmental Defense (ED) Bryan Weigle bweigle@environmentaldefense.org +1 202 572 3346	Tropical carbon supply and international carbon markets Recent modeling of Amazon deforestation and land use suggests that substantial reductions of deforestation may be possible at lower cost than previously estimated; possible potential effects of market-based compensation for reduced deforestation on international carbon markets
Thursday, 06 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	The Corner House Larry Lohmann larrylohmann@gn.apc.org +44 12 5882 1218	Biofuels, climate change and climate justice Can the use of large-scale biofuel production to address climate change be either effective or equitable?
Thursday, 06 Dec 2007	10:30-12:30 Solar, GH	Leadership for Environment and Development International (LEAD International) Trevor Rees trevor@lead.org +44 207 938 8716	Leadership and climate change? Turning vision into action At the 2007 UN General Assembly leadership was cited as central to meeting the challenge of climate change. This event will bring together leaders from across the world to share lessons on the impact of effective leadership, and to discuss ways of addressing the leadership gap on climate change
Thursday, 06 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Transnational Institute (TNI) Tamra Gilbertson tamra@tni.org +31 20 662 6608	Durban Group for climate justice/Ecuador-Yusani proposal Exploring the pitfalls of emissions trading and offset schemes
Saturday, 08 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	Winrock International (WI) Sandra Brown sbrown@winrock.org +1 703 525 9430	REDD preparedness: a sourcebook for high quality and cost effective estimation WINROCK, GOFCC-GOLD and TNC present a user-friendly technical REDD sourcebook draft on available methods and procedures for estimating carbon emissions from deforestation and forest degradation
Friday, 14 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Penn State University Donald A. Brown jaw34@psu.edu +1 814 865 0333	Ethical issues raised by the work of IPCC The session will examine how the scientific and economic work of the IPCC raises ethical questions that need to be understood by citizens and policy makers. Session will examine issues that are derived from the IPCC's Fourth Assessment

Thursday, 13 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	Center for Clean Air Policy (CCAP) Jake Schmidt jschmidt@ccap.org +1 202 408 9260	Developing country post-2012 strategies This session will discuss some of the developing country post-2012 strategies that have been developed within CCAP's Future Actions Dialogue, including sectoral approaches, SD-PAMs, and sectoral CDM and, how they could fit together into a post-2012 package
Wednesday, 05 Dec 2007	20:00-21:30 Solar, GH	Max-Planck Institut Annette Freibauer afreib@bgc-jena.mpg.de +49 36 4157 6164	REDD: steps towards a mitigation mechanism We will identify critical steps in the negotiations: 1. How to define ambitious emission reductions? 2. Carbon pools: Improved national carbon stocks in forest biomass and soil. 3. Towards a sustainable and effective mitigation mechanism. 4. Next steps for implementing the REDD mechanism
Tuesday, 11 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	Insurance Initiative/UNEP Lisa Petrovic lisa.petrovic@unepfi.org +1 416 388 2773	The cost of climate change and the role of the finance sector UNEP FI will launch its latest publication addressing the role of the finance sector in mobilizing finance and investment flows to address climate change; and introduce a discussion on the finance sector's role in relation to indirect emissions
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Papua New Guinea Kevin Conrad Conrad@RainforestCoalition.org +1 212 854 8181	Towards REDD: the Papua New Guinea National System to monitor & report GHGs emissions from forests Under the UNFCCC and IPCC, PNG has evaluated methodological and technical matters to establish a country system to assess changes in forests. PNG will illustrate its future National System scheme and explain, with practical examples and data, the approaches that have been utilized
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Institute of Development Studies (IDS) Thomas Tanner t.tanner@ids.ac.uk +44 127 387 7751	Future international climate policy: conclusions & outputs from the BASIC Issues and options for climate policy for Bali and beyond. Panel and audience discussion on key choices facing the climate regime
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Switzerland José Romero jose.romero@bafu.admin.ch +41 31 322 68 62	A global CO2 tax The future climate regime for the period after 2012 needs efficient instrument that provide incentives to emitters to reduce their emissions. Such an instrument is a global CO2 tax. Furthermore, the income from the tax could be used to finance adaptation, a not yet resolved issue
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Susan E. Riley riley@iiasa.ac.at +43 2236 80 7536	The political economy of avoided deforestation Avoided deforestation is thought a costly mitigation option. We show global economic potentials for avoided deforestation under diverse policy scenarios. Relatively low amounts of financial flows may save vast areas from deforestation while creating social and environmental ancillary benefits
Wednesday, 13 Dec 2007	13:00-15:00	International Institute for Environment and	Climate change and human health (CLACC)

05 Dec 2007	Biofuel, GH	Development (IIED) Beth Henriette beth.henriette@iied.org +44 20 7388 2117	Findings of studies into impacts of climate change on human health in 12 Least Developed Countries. Carried out under the CLACC programme (Capacity Strengthening in the LDCs for Adaptation to Climate Change)
Wednesday, 12 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	World Future Council* (WFC) Stefan Schurig stefan@worldfuturecouncil.org +49 40 30 709 1427	Bianca Jagger, Chair of The World Future Council calls for zero emissions by 2020 If rich industrialized countries want to limit global temperatures to 2C, they will have to commit to a reduction of 80% in carbon emission by 2020 whilst working vigorously to restore the earth capacity to absorb greenhouse gases. Current pledges of 80% by 2050 are anachronistic and irresponsible
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	Convention on Biological Diversity (CBD) Jaime Alexandra Webbe jaime.webbe@cbd.int +1 514 287 8718	Working with nature: water, wetlands, biodiversity and climate change linkages Wetlands are particularly vulnerable to climate change and inappropriate adaptation measures. The event will discuss adaptation options with biodiversity as our ally in order to sustain human welfare. The event will cover national and international levels within the UNFCCC Nairobi Work Programme.
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Pew Center on Global Climate Change (Pew Center) Joanna Lewis lewisj@pewclimate.org +1 703 516 4146	Building on Pocantico: towards an integrated multi-track framework The Climate Dialogue at Pocantico recommends a post-2012 framework integrating different types of mitigation commitments. This side event presents a new report elaborating this integrated multi-track approach and preliminary results of computer modeling examining alternative policy scenarios
Wednesday, 05 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	Chatham House Bernice Lee imackenzie@chathamhouse.org.uk +44 20 7314 2787	Looking beyond national borders: EU-China interdependencies on climate and energy security A multi-stakeholder event sponsored by the UK government, E3G, Chatham House, IDDRI, Chinese Academy of Social Sciences and Chinese Energy Research Institute looking at challenges and opportunities for EU and China in climate and energy security
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Foundation for Strategic Environmental Research (MISTRA) Peringe Grennfelt monica.alesi@ceps.eu +32 47 272 1868	Is the global technology agenda for climate change on track? Technology initiatives to address climate change proliferate. Based on a project by the European Climate Platform (ECP) involving negotiators, researchers and other stakeholders, the event proposes strategic steps to advance the technology agenda, and combine the existing technology initiatives
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Solar, GH	The Energy and Resources Institute (TERI) Suruchi Bhadwal suruchib@teri.res.in +91 11 2468 2100	Adaptive policymaking in a world of uncertainty The side event would seek to focus on identifying elements of adaptive features within the policy making process, suggesting ways to strengthen them further. The idea is to help policies become more robust in their response towards a rapidly changing climate

			and rather uncertain future
Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	Panos Rod Harbinson rod.harbinson@panos.org.uk +44 207 278 1111	Overcoming the communication deficit: how Panos is encouraging debate on climate change in the South Panos supports the media and marginalized communities in developing countries to increase public understanding and debate on climate change issues. Lessons from projects show how better communication can achieve greater inclusion of Southern needs and voices in decisions about climate change
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Italy Calamaro Laura calamaro.laura@minambiente.it +39 06 5722 8130	Promoting bioenergy towards sustainable development & climate change mitigation: the GBEP challenge The Italian Ministry for the Environment, Land and Sea, which chairs GBEP, presents the first year activity of GBEP and the Report on the Current State of Bioenergy Development in G8+5Countries. Country experiences in the field of bioenergy as well as GBEPs work will be discussed
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Forest Stewardship Council (FSC) Christopher Stewart christopher@proforest.net +44 1865 24 3439 104	High conservation value (HCV) forests and land use planning for REDD The High Conservation Value framework is a powerful tool to identify critical values (social, environmental and ecosystem services) at the landscape level. It can be combined with carbon analysis to guide land use decisions, balance conflicting needs, and control REDD risk within managed landscapes
Wednesday, 12 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	ICLEI - Local Governments for Sustainability (ICLEI) Michelle Wyman michelle.wyman@iclei.org +1 510 844 0699	ICLEI - Local Governments and climate action Local leaders from around the world will discuss different tools and strategies for climate mitigation and adaptation that they are implementing. ICLEI will present the LG GHG Emissions Protocol as one of the tools for standard reporting aligned with UNFCCC guidelines to national governments
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	United Nations (UN) Kazi A. Rahman rahman3@un.org +1 212 963 5561	Regional perspective on addressing climate change The side event of UN Regional Commissions will provide an opportunity to address the regional implications of climate change and discuss innovative solutions to be undertaken through regional efforts in order to effectively tackle climate change
Friday, 07 Dec 2007	10:30-12:30 Solar, GH	Energy Research Centre of the Netherlands (ECN) Stefan Bakker bakker@ecn.nl +31 224 564021	Post-2012 climate agreements: promise and perils of sectoral agreements Sectoral and technology agreements have been suggested as complements to emission reduction agreements as part of a post-2012 climate regime. This mini-symposium, featuring various well-known experts, explores how such agreements may function, and their compatibility with cap-and-trade agreements
Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Columbia University Esther Ebrahimian esther@iri.columbia.edu	Managing climate risks for adaptation and mitigation: new initiatives in SE Asia Highlights new efforts to manage climate risks for agriculture, water, and land management. Led by Jeffrey Sachs, Columbia University, it includes presentations

		+1 845 680 4411	from the Ministry of Agriculture, Indonesia, Bogor Agriculture University, CARE Indonesia and National Water Resources Board, Philippines
Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	South Centre Vicente Paolo Yu yu@southcentre.org +41 22 7918050	Enhancing a development agenda in climate change for developing countries The implications of climate change on the development prospects of developing countries are closely linked and need to be better understood for countries to have a more integrated and comprehensive approach to both development and climate change policy. This side-event will explore these linkages
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	European Space Agency (ESA) Frank Martin Seifert fm.seifert@gmx.de +39 06 9418 0560	Space supporting UNFCCC - global products for a better understanding of our climate The side event will cover global aspects for monitoring climate-relevant parameters related to the four basic elements of ancient Greek philosophers: land, water, air and fire. The objective is to make Earth Observation seen as a feasible and practical tool for climate change observation
Friday, 07 Dec 2007	10:30-12:30 Biofuel, GH	International Institute for Sustainable Development (IISD) Jo-Ellen Parry jparry@iisd.ca +1 204 958 7722	Squaring the circle: reconciling rapid economic growth and GHG mitigation Countries with rapidly growing economies and/or populations face unique mitigation challenges. IISD hosts a debate on the issue: Can a post-2012 regime be designed that accommodates these countries and still achieve a reduction in global emissions of at least 50 percent by 2050?
Friday, 07 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	Paraguay José Luis Samaniego joseluis.samaniego@cepal.org +56 2 210 2291	Reducing emissions from deforestation and degradation (REDD) and projects Projects can effectively contribute to reduce emissions from deforestation and leakage can be controlled. Some Latin American Countries present their stance
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) Moustapha Kamal Gueye gkamal@ictsd.ch +41 22 917 8754	Towards a strategy for sustainable production and trade of bioenergy Dialogue jointly organised by International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD), IEA Bioenergy Task 40 and Stockholm Environment Institute (SEI) on policies and strategies for advancing sustainable development objectives in the context of international trade in bioenergy
Friday, 07 Dec 2007	10:30-12:30 Hydro, GH	University of Guelph - Global Environmental Change Group* (GECG) Adam Scott scotta@uoguelph.ca +1 519 824 4120 ext. 54174	Community adaptation and vulnerability in the Arctic Regions (CAVIAR): Lessons for future policy The CAVIAR initiative is working to understand community specific sensitivities to climate change. This event will present the latest science on community vulnerability to climate change across the Arctic
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	California Climate Action Registry Robyn Camp robyn@climateregistry.org	California's global warming solutions act: towards a carbon-friendly future California's top environmental officials, Linda Adams, Secretary of the California EPA and Mary Nichols, Chair of the California Air Resources Board, will present California's

		+1 213 891 6931	vision and strategy for leadership on climate change
Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	Center for International Environmental Law (CIEL) Craig A. Hart chart@ciel.org +1 202 742 5845	Global warming and human rights: perspectives of Inuit and other vulnerable peoples In 2005 Sheila Watt Cloutier and 62 other Inuit filed a petition against the US with the Inter-American Commission on Human Rights. The Commission held a hearing March 2007. Other vulnerable communities are now considering similar action. This event will discuss such options and strategies
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	Instituto Torcuato Di Tella (ITDT) Daniel Perczyk hcaccr@gmail.com +54 11 5288 2800	Negotiations towards the consolidation of the climate regime: perspectives from the south One of the essential challenges of the negotiations to consolidate the climate change regime and develop a long term architecture to address climate change is to find means to merge efficiency with fairness in the design of such an architecture
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Biofuel, GH	World Alliance for Decentralized Energy (WADE) Jeff Bell jeff.bell@localpower.org +1 780 438 0813	Decentralized energy, climate change and energy security Discussion on the interrelationships between national security, climate change and decentralized energy. Panellists will be invited to speak on various aspects of the themes and will be asked to comment on the results of a WADE study on security to be released at the event
Wednesday, 12 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	National Wildlife Federation (NWF) Katrina Managan managan@nwf.org +1 202 797 6620	The distribution of allowances in a United States Cap and Trade System The U.S. Congress is indicating that a significant portion of the pollution allowances in a cap and trade system may be used for public benefit. We will consider how the value of the allowances may be used, e.g. international adaptation, wildlife, technology, and assistance for low-income Americans.
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	United Nations Children's Fund (UNICEF) Lee Cando lcando@unicef.org +1 212 326 7780	Climate change and children This side event will discuss the impacts of climate change on children. It will also address the role of children, having the greatest potential to improve the environment and community
Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Ibon Foundation Inc.* (IBON) Maria Theresa N. Lauron tlauron@ibon.org +632 9 2770 6062-202	Trade, agrofuels and climate change A workshop that explores the relations between trade negotiations, the promotion of agrofuels and climate change, as well as its impacts on the environment and livelihood of communities
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	India R.K.Sethi rksethi@nic.in +11 91 2436 2252	India's approach to climate change Transfer of clean technologies accompanied by incremental finance would play an important role for mitigating climate change and help adaptation

Tuesday, 11 Dec 2007	10:30-12:30 Biofuel, GH	Federation of Indian Chambers of Commerce and Industry (FICCI) Rita Roy Choudhury rita@ficci.com +91 98 1040 3255	Climate change roadmap for Indian industry The side event will highlight the climate change roadmap for Indian industry beyond 2012 and also present key technology and industry case studies that would play a critical role in advancing climate change abatement in India
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	African Development Bank (AFDB) Wim Jonker Klunne w.klunne@afdb.org +21671103004	Addressing climate change in Africa: the role of the African Development Bank The side event will consist of presentations followed by panel discussion on how AfDB assists African countries efforts in clean energy and energy access, carbon financing, climate risk management and adaptation to climate change. Opportunities for partnerships and knowledge sharing will be explored
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	United Nations World Food Programme (WFP) Sabine Bonggi sabine.bonggi@wfp.org +39 06 65 13 28 73	Climate change and hunger: WFP in the frontlines of climate change adaptation and mitigation Every day WFP fights hunger and destitution brought on by floods, droughts and other extreme events caused or spurred by climate change. This side-event will outline the range and depth of WFP's activities that contribute to climate change adaptation and mitigation
Friday, 07 Dec 2007	20:00-21:30 Wave, GH	Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC) Maria Khovanskaya mkhova@rec.org +36 26 50 4033	Capacity building: achieved progress and remaining gaps Remaining gaps in the capacity building process in the countries with EIT recognized during synthesis report preparation, especially adaptation process, are starting point for the discussion. This is also an opportunity to discuss CB needs and gaps in the other regions of the world
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Third World Network (TWN) Lim Li Lin twinkl@po.jaring.my +603 2300 2585	Key issues and challenges for the post 2012 Kyoto regime What are the key issues and challenges in developing the post-2012 regime?
Friday, 07 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Pusan National University - Marine Research Institute* (PNU/MRI) Ik Kyo Chung ikchung@pusan.ac.kr +825 1510 2279	Seaweed coastal CO2 removal belt in Korea & the Asian Network for using algae as a CO2 sink Seaweeds fix a prodigious quantity of CO2. We verify their mechanism as a CO2 sink and develop seaweed CDM methodologies. Currently, the Asian Pacific Phycol. Ass. launched a WG, the Asian Network for Using Algae as a CO2 sink, for the purpose of collaborative R&D on the use of algae to remove CO2
Friday, 07 Dec 2007	15:30-17:30 Solar, GH	Indonesian Civil Society Organizations Forum on Climate Change* Rini Nasution rini@satudunia.net	Indonesia perspective : climate justice in the future climate regime The importance and urgency to incorporate the principles of human security, rights to sustainable development, rights to healthy and sustainable environment and rights to sustainable use of natural resources, in the future climate regime and the role of

		+62 21 8370 5520	traditional wisdom
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Japan Kotaro Kawamata Kotaro_kawamata@env.go.jp +81 3 5521 8330	Road to Hokkaido Toyako Summit: message from Japan as a G8 host country in 2008 Japan proposes to integrate bottom-up sectoral approaches & reasonable indicators to post-2012 framework, in order to enhance practical, effective & equitable actions and to secure "Leveling playing field". Update of APP&IEA's work and Japan's ODA regarding co-benefits and adaptation are introduced
Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	World Tourism Organization (UNWTO) Samiti Siv env@unwto.org +34 91 567 8100	Climate change and tourism UNWTO will present its agenda in the field of climate change and tourism, incl. the results of the 2nd International Conference on Climate Change and Tourism in Davos, Oct. 2007 and the Ministerial Summit on Tourism and Climate Change in London, Nov. 2007
Saturday, 08 Dec 2007	10:00-12:00 Wind, GH	Network of Regional Governments for Sustainable Developments (nrg4SD) Sabin Intxaurreaga nrg4sd-secretariat@ej-gv.es + 34 945 01 6991	The contribution of regions against climate change At COP 13 representatives from nrg4SD member regions from developed and developing countries will share practical examples of adaptation and mitigation policies, methods and practices carried out in their own regions, as well as the ways in which they collaborate together in the framework of nrg4SD
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	International Council for Science (ICSU) Thomas Rosswall schmidt.ihdp@uni-bonn.de +49 228 815 0623	Earth System Governance and the Earth System Science Partnership: theories and strategies The ESSP, a new ICSU research initiative, calls upon social scientists to develop strategies for Earth System management; to find effective and coherent approaches to address climate change and its various phenomena
Wednesday, 12 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Germany Sonja Niehoff sonja.niehoff@bmu.bund.de +49 3018 305 2316	Cornerstones of a future climate regime from a scientific perspective Prof. Schellnhuber, personal climate consultant of the Federal Chancellor of Germany and director of the Potsdam Institute for climate impact research, together with Nobel laureates demonstrate ideas how to combat climate change with a view to global sustainability
Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Bolivia Gisela Ulloa giselau@mail.megalink.com +591 2 211 6349	Weaving the way for REDD in Bolivia: past and current experiences to measure and account emissions This event will present the experiences in leakage measurement from the Noel Kempff Mercado project, as well as present current initiatives to develop reference scenarios for deforestation and degradation
Thursday, 06 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	SustainUS Whit Jones whit.jones@sustainus.org	Fighting for our future: youth-led climate action from the local to the global Youth from every continent will present their successes to mitigate climate change and promote climate justice. They will showcase national and international initiatives toward

		+1 914 671 1880	making their communities sustainable, as well as their vision for post-2012 and the future of the youth climate movement
Thursday, 13 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Melchiade Bukuru bukuru@un.org +1 212 963 4871	Adaptation to and mitigation of climate change through the UNCCD Investing in UNCCD implementation as a way for adaptation to and mitigation of climate change
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	Brazil Maria Silvia Muylaert de Araújo muylaert@ppe.ufrj.br +55 218732 9553	The Brazilian and Rio de Janeiro State Government 's actions to face climate change globally and loc Brazilian climate change policy - Rio de Janeiro State, Brazil.
Saturday, 08 Dec 2007	15:30-17:30 Wind, GH	Northeast States for Coordinated Air Use Management (NESCAUM) Michelle Manion robyn@climateregistry.org +1 213 891 6931	Red states go green. The Climate Registry (TCR): towards a North American GHG reporting system Regional jurisdictions in three North American countries have come together to form The Climate Registry (TCR. TCR is a collaboration between U.S., Mexican, Canadian and Native American organizations aimed at developing and managing a consistent greenhouse gas emissions reporting system
Thursday, 06 Dec 2007	20:00-21:30 Solar, GH	International Development Research Centre (IDRC) Mary O'Neill maoneill@idrc.ca +613 236 6163 2108	Adapting to climate change in Africa: towards regional solutions Africa is the continent most vulnerable to climate change. Desertification, energy supply and water are key issues that demand regional sharing of information, adaptation strategies, and policy responses. This joint CCAA-OSS panel explores steps needed to address climate change on a regional basis
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	Colombia Paola Bettelli pbettelli@minambiente.gov.co +571 332 36 07	Lessons learned and challenges on adaptation To promote an integrated approach to climate change involving the combination of adaptation and mitigation measures. To disseminate Colombia's experience with adaptation. To seek support from the international community to extend the adaptation experiences in Colombia to other critical areas
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Greenpeace International (GPI) Stephanie Tunmore stephanie.tunmore@uk.greenpeace.org +44 77 9694 7451	Reducing emissions from deforestation: moving towards a mechanism for the second commitment period Greenpeace sets out the basis for a mechanism to reduce emissions from tropical deforestation in developing countries while protecting biodiversity and also presents a concept for immediate forest conservation based on voluntary funding and credible land-use planning in forest-rich regions
Tuesday, 04 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Republic of Korea Dong-sik Shin	Introduction of Korean GHG emission reductions registry An overview of Korean GHG reduction registration procedure and modalities and

		iamdongsik@kemco.or.kr +82 31 260 4547	assessment of Korean GHG certified emission reduction
Wednesday, 05 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Friends of the Earth International (FOEI) Stephanie Long stephanie.long@foe.org.au + 61 414 13 6461	Voices of the communities affected by climate change Current and future actions must be commensurate to obligations to avoid dangerous climate change. Community representatives will give testimony of their experiences to extreme events and deforestation, highlighting the ambition required in climate negotiations and related international policy
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Climate Strategies* Andreas Tuerk andreas.tuerk@joanneum.at +43 316 876 1337	Linkages among emissions trading schemes and with offset projects This side event will summarize research on the linkage of the EU-ETS with other trading systems setting a focus on legal, economic and institutional questions. Also indirect linkages via the CDM, and options and barriers for linking Emissions Trading Schemes to offset markets will be discussed
Thursday, 06 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Global Public Policy Institute (GPPi) Charlotte Streck c.streck@climatefocus.com +31 10 217 5994	Private sector participation in REDD A number of proposals to reduce emissions from deforestation and forest degradation in developing countries call for private sector funding through the carbon market. This session discusses issues that need to be addressed to develop policy that will effectively engage the private sector
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) Kenrick Leslie kleslie1@caribbeanclimate.bz +501 822 1104	Capacity building for climate change adaptation - a Caribbean experience Status of adaptation in CARICOM Member States
Monday, 10 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	ActionAid* (AA) Marion Khamis marion.khamis@actionaid.org +44 207 561 7525	Adaptation and gender equality: experiences from the South ActionAid, Heinrich Böll Foundation, WEDO and UNDP discuss how adaptation financing can best support women's rights in developing countries, share experiences of incorporating gender analysis into national adaptation plans; & see what can be done to ensure they promote gender equality
Wednesday, 05 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	International Fund for Agricultural Development (IFAD) Alejandro Kilpatrick a.kilpatrick@ifad.org +39 06 54592 5254	Climate change and land degradation: securing finance for rural poor for adaptation and mitigation How to integrate better climate change and land degradation with rural poverty reduction focussing on rural poor
Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Sierra Club - US Glen Besa glen.besa@sierraclub.org +11 804 225 9113-104	Building grassroots power for action on global warming: Sierra Club's Cool Cities and other models The constructive engagement of civil society is essential at the national and local level. Examples presented in this side event include the Sierra Club's grassroots citizen

			based Cool Cities Campaign which has helped achieve climate change commitments from over 200 US and Canadian cities
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Business Council for Sustainable Energy (BCSE) Lisa Jacobson ljacobson@bcse.org +1 202 785 0507	US Action -- carbon markets and policy The event will focus on major policy development at the state/regional and federal level to address climate change and the status of the North American carbon markets -- compliance and voluntary markets
Tuesday, 11 Dec 2007	10:30-12:30 Hydro, GH	Inuit Circumpolar Conference (ICC) Stephanie Meakin smeakin@ripnet.com +1 1 613 258 9471	From North to South: Indigenous peoples contribution towards the future of the Kyoto 2012 process The Inuit Circumpolar Council (ICC) propose a panel side event that will include Indigenous representatives from the Arctic, Australia, the Pacific, South and Central America, Africa and Asia. The focus is the post Kyoto 2012 process from an indigenous perspective
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Tidal, GH	Transport Research Foundation* (TRF) Holger Dalkmann hdalkmann@trl.co.uk +44 13 4477 0279	Getting the climate right for transport by TRL/GTZ, UITP, UIC, ITPS - Part 1 (Part 2 on Saturday) Options for decision-makers to integrate climate change to promote sustainable transport. Public Transport Services as well as other policy and planning options will be discussed. The side events combine practical as well methodological approaches with actual experience on sustainable transportation
Monday, 03 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Climate Action Network Australia (CANA) Julie-Anne Richards julianne@cana.net.au +61 2 8202 1215	Mitigation potential for Australia, or: should Australia receive a special deal? An exploration of what mitigation potential exists for Australia, sector by sector, and what targets it would be fair for Australia to accept in a post 2012 regime
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	New Zealand Hayden Montgomery hayden.montgomery@maf.govt.nz +64 4 894 0707	New Zealand emissions trading: an all sectors, all gases approach An overview of New Zealand's proposed emissions trading scheme with a particular focus on agriculture and forestry
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Australian Conservation Foundation (ACF) Tony Mohr t.mohr@acfonline.org.au +61 2 8270 9908	Pacific islands and Torres Strait call out Representatives from the Torres Strait, I-Kiribati and the Carteret Islands will give presentations on the effects of climate change, supplemented by stories, dance and locally produced videos about their island home and the rising waters
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Malaysia Christine Fletcher cdfletch@frim.gov.my +6 03 6279 7177	Potentials of CDM forestry in Malaysia Initiating Malaysia's maiden CDM Forestry project and its anticipation for potential projects in the forestry sector

Monday, 03 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	European Business Council for Sustainable Energy (e5) Julio Lambing lambing@e5.org +49 177 838 9322	Act now! Trans-sectoral business calls for action on climate change Building self confidence for European and US businesses to play a proactive role in combating climate change
Saturday, 08 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	Tebtebba Foundation* Raymond de Chavez raymond@tebtebba.org +63 74 444 7703	Impacts of climate change mitigation and adaptation on indigenous peoples' lands and territo This will be a panel discussion composed of indigenous peoples from different regions of the world and the UN Permanent Forum on Indigenous Issues to identify, assess and analyze the impacts of climate change mitigation and adaptation measures on the lands and territories of indigenous peoples.
Friday, 14 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) L. Anathe Brooks a.brooks@unesco.org +33 1 4568 4128	Articulating science and education to face the challenge of global climate change: a UNESCO dialogue The challenge of climate change calls for understanding vulnerability, enhancing resilience and promoting positive behavioral change. This cannot be achieved without the strong articulation between the sciences - natural and social - and education that constitutes UNESCO's distinctive contribution
Tuesday, 04 Dec 2007	20:00-21:30 Solar, GH	The Wilderness Society* Tammy-Jo Sutton Tammy-Jo.sutton@wilderness.org.au 0813 1682 8776	Forest protection - scientific basis and policy implications for a post 2012 climate agreement An Indonesian-led alliance has called for countries with tropical forests to be compensated for not logging them. Boreal and temperate forests also warrant consideration. Here, the role of natural forests in the global carbon cycle is reviewed and policy implications post 2012 examined
Tuesday, 04 Dec 2007	20:00-21:30 Tidal, GH	myclimate Alain Schilli alain.schilli@myclimate.org +41 44 633 7750	Corporate and individual social responsibility - lessons learnt from the voluntary carbon market How individuals, companies and NGOs shape the global carbon market through their voluntary actions, especially by supporting small-scale projects with high sustainability benefits (example of a designated CDM project in Bali). Can the CDM learn from the demand in the voluntary market?
Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Wind, GH	United Kingdom Catherine Dunn catherine.dunn@defra.gsi.gov.uk +44 207 238 4416	Paying for mitigation: modelling carbon finance flows This session will introduce the GLOCAF model developed by the UK government and a range of partners, to model the incremental costs of climate change mitigation and the potential finance flows under a range of post 2012 scenarios
Wednesday, 05 Dec 2007	18:00-19:30 Hydro, GH	Ukraine Heorhiy Veremiychyk	Joint Implementation projects in Ukraine The process of estimation and approval of JI projects in Ukraine as well other related

		veremiy@ukr.net +380 44 206 3308	issues will be presented
Wednesday, 05 Dec 2007	20:00-21:30 Wind, GH	Oxford Institute for Energy Studies (OIES) Benito Müller benito.muller@oxfordenergy.org +44 1 8653 11377	Bunker fuel emissions and adaptation funding Differentiated mitigation of bunker fuel emissions and innovative financing for adaptation: Schemes focussing on international maritime and air transport/travel will be presented and discussed
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Norway Marit Viktoria Pettersen MaritViktoria.Pettersen@md.dep.no +47 2224 6025	GHG emissions from aviation and maritime transport - follow up of the seminar in Oslo 4-5 October 07 Presentations of the background for and conclusions from the workshop and different approaches and issues related to reducing emissions from international aviation and maritime transport
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	Birdlife International (BL) John Lanchbery john.lanchbery@rspb.org.uk +44 176 768 0551	Reducing deforestation in Indonesia, Sierra Leone and Paraguay: the BirdLife experience Speakers from Burung Indonesia, The Conservation Society of Sierra Leone, Guyra Paraguay and the Royal Society for the Protection of Birds, will discuss their practical experiences in forest conservation and how a REDD regime might apply to them
Saturday, 08 Dec 2007	18:00-19:30 Tidal, GH	Institute for Conservation and Sustainable Development of Amazonas* (IDESAM) Mariano Colini Cenamo mariano@idesam.org.br +55 92 3642 5698	Reducing emissions from deforestation in the Brazilian Amazon: approaches for prompt action The event is focused on financial mechanisms for Reducing Emissions from Deforestation (RED). The discussion will examine how RED can promote forest conservation in developing countries, in special to its application in sub-national scale. Hosted by IDESAM and the Government of Amazonas (Brazil)
Monday, 10 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) Thomas Loster tloster@munichre-foundation.org +49 89 3891 5287	Climate and justice: strengthening the poor Examining ethical questions posed by climate change for industrial and developing countries. The session explores a fair global environmental trading system and insurance mechanisms to address climate and justice
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Wind, GH	International Emissions Trading Association (IETA) Edwin Aalders aalders@ieta.org +41 22 737 05 01	CDM in the future market mechanism This side event will debate the effects of future market mechanisms in the post 2012 senario will effect the CDM. Key market players and negotiators will debate the role of the CDM and how it can or will form a link between existing and future climate mitigation schemes using market mechanism
Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Netherlands Patrick Todd patrick.todd@minvrom.nl +31 70 339 0383	Assessing the economic case for adaptation A more accurate assessment of costs and benefits for adaptation is needed, serving better informed decision making and an appropriate international response to adverse impacts of climate change. This is the focus of a new study to be launched at

			Ministerial level by the British and Dutch Government
Wednesday, 12 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	United States of America Amanda Vockerodt VockerodtAP@state.gov +1 202 647-4283	Partnerships for energy security, clean development and climate change The United States would like to highlight progress made in partnerships to address climate change and sustainable development
Friday, 07 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Finland Marjo Nummelin marjo.nummelin@ymparisto.fi +35 850 461 6653	Construction counts for climate Worldwide, 30-40% of all energy is used in buildings. Not only buildings but the whole planning and construction process have immense economic, social and environmental impacts on the globe
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Sweden Scott J. Stone sstone@inece.org +1 202 338 1300	Negotiating a post-Kyoto climate treaty: lessons from the Montreal Protocol's ozone success Presentation of lessons from the Montreal Protocol's success in protecting the ozone, including its governance structure, financial and technology transfer mechanisms, and other features key to its effectiveness in solving global environmental problems through international cooperation
Monday, 10 Dec 2007	13:00-15:00 Hydro, GH	Costa Rica Cynthia Soto onu.cynthia@yahoo.com +1 212 986 6373	Vulnerability of the World Protected Areas Network to Climate Change Presentation of the results of the first global analysis of the vulnerability of the World Protected Areas Network to Climate Change. Discussion on the implications of these findings for biodiversity in regions with the greatest vulnerability to changing climate
Thursday, 06 Dec 2007	13:00-15:00 Wave, GH	United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) Marina Ploutakhina m.ploutakhina@unido.org +43 1 26026 5051	Energy efficiency and carbon finance: leveraging the largest mitigation opportunity Energy efficiency is widely recognized as a key mitigation option representing a significant opportunity for reducing energy use and associated CO2 emissions cost-effectively
Saturday, 08 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	United Nations Centre for Human Settlements (UNCHS (Habitat)) Marco Keiner marco.keiner@unhabitat.org +254 20 762 3565	UN HABITAT strategy on cities and climate change Launch of the draft UN-Habitat Strategy on Cities and Climate Change and discussion
Thursday, 13 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	United Nations (UN) Ralph Wahnschafft wahnschafft@un.org +1 212 963 8598	High-level roundtable on climate change and sustainable development organized by UN DESA Climate change can only be addressed effectively within the context of sustainable development. The High-Level Roundtable will focus on the linkages between economic growth, energy consumption and climate change, taking into account all three pillars of sustainable development

Monday, 10 Dec 2007	15:30-17:30 Biofuel, GH	World Trade Organization (WTO) Vesile Kulaçoğlu vesile.kulacoglu@wto.org +41 22 739 5187	The role of the WTO in supporting climate change mitigation and adaptation efforts Policy makers are considering the interface between the range of options for climate change mitigation and adaptation and trade policies. This event will provide an opportunity for dialogue on the trade aspects of these options. It will highlight the role the WTO and its work programme can play
Tuesday, 04 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Stockholm Environment Institute (SEI) Tom Downing oxfordsei@gmail.com +44 1865 428 427	Climate change & food security FAO & Stockholm Environment Institute
Tuesday, 11 Dec 2007	13:00-15:00 Solar, GH	Indonesia Agustina Erni agustina_erni@hotmail.com +62 21 8517	Gender and climate change The objective is to strengthen the commitment of decision makers to integrate gender concerns into mitigation and adaptation policies among governments and civil societies. The speakers are prominent persons, experts, and environment award winner
Saturday, 08 Dec 2007	18:00-19:30 Solar, GH	Kiko Network Kyoko Kawasaka kawasaka@kiconet.org +81 75 254 1011	Message from 10,000 Tuvaluan Tuvaluan call for an overall reduction of global greenhouse gases through a project called "10,000 Tuvaluan faces"
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Tunisia Najeh Dali dgeqv@mineat.gov.tn +216 7072 8679	Tunis Conference on CC Strategies for African and Mediterranean regions: experience of Tunisia Outcomes of the Tunis International Solidarity Conference on CC Strategies to protect the African and Mediterranean Regions (18-20 November 2007). Tunisian experiences on CC adaptation in Agriculture, natural resources and coastal areas management
Tuesday, 11 Dec 2007	20:00-21:30 Wave, GH	Canada David McGovern david.mcgovern@ec.gc.ca +1 613 934 6020	The Government of Canada's approach to climate change "Turning the Corner" The Canadian Minister of the Environment (tentative) and senior officials will present an overview of Canada's climate change plan that is designed to reduce domestic emissions by 60 to 70% by 2050 as well as discuss key principles needed for a global post-2012 agreement
Monday, 03 Dec 2007	20:00-21:30 Biofuel, GH	Ecuador Juan Andres Salvador jsalvador@ambiente.gov.ec +593 2 256 3422	The ITT Initiative: keeping the oil in the ground The proposal known as Ishpingo, Tambococho, Tiputini (ITT) is to keep circa to one billion barrels of heavy crude in the ground
Thursday, 06 Dec 2007	15:30-17:30 Hydro, GH	The Royal Society Rachel Garthwaite	Biodiversity - climate interactions: adaptation, mitigation and human livelihoods Linkages between biodiversity, climate change and human livelihoods and the role of

		rachel.garthwaite@royalsoc.ac.uk * 44 20 7451 2526	biodiversity management in climate change, adaptation and mitigation
Tuesday, 04 Dec 2007	18:00-19:30 Biofuel, GH	EGTT Kok Kee Chow kkchow111@gmail.com +601 2216 2562	Joint side event of EGTT and Climate Technology Initiative (CTI) Expert Group on Technology Transfer (EGTT) event on - Technology Needs Assessment; Innovative Financing and Adaptation Technology
Tuesday, 11 Dec 2007	18:00-19:30 Wave, GH	Indonesia Wilson T.P. Siahaan wilson.siahaan@undp.org +62 21 3141308; +62 811883929	Climate change and the Millennium Development Goals (MDGs) The achievement of the MDGs is threatened by climate change. Advocacies and efforts are needed as to achieve the MDGs. If people were guaranteed access to healthcare and education then the world would gain billions of educated and able citizens who can contribute to addressing climate change
Thursday, 13 Dec 2007	20:00-21:30 BICC/CCTV	The Alliance for Climate Protection Kalee Kreider kalee@carthagegroup.com +1 615 332 5004	The Climate Crisis: The Way Forward The role of international treaty negotiations and domestic action in solving the climate crisis.
Friday, 14 Dec 2007	13:00-15:00 Biofuel, GH	Angola Vladimir Russo roquerusso@nexus.co.ao +244 912 32 19 18	Project Angola LNG contributing towards a better future The Project Angola-LNG is being developed as a solution to use of the gas associated to the petroleum exploration and to eliminate the gas flaring in Angola. As result it will make possible the protection of a non-renewable natural resources and to reduce the GHG emission

說明：周邊會議會視主辦單位及會議室實際狀況而更改時間、會議室，甚至取消，上表僅供參考，一切會議安排（包括 COP13 各項會議及周邊會議）依照 COP3 會場公布資料為準。

參、公約議題趨勢觀察

一、大會會議基本觀察

聯合國氣候變化綱要公約第十三屆締約國大會(The 13th Conference of Parties, COP13)暨京都議定書生效的第三次締約國會議(The 3rd Conference of Parties, MOP3)於今年(2007年)12月03日至12月14日在印尼峇里島(Bali)舉行，來自全球189個國家，共11,000人的參加。綜觀今年大會重點之一在於協商「後京都」減量承諾事宜，大會特別成立「特設工作小組」(Ad Hoc Working Group, AWG)，目的在於促進後京都減量承諾的協商，因此，觀察 AWG 的工作報告，即成為大家關注的焦點。最後提出「Bali Roadmap」，並據此制定「峇里行動計畫」(Bali Action plan)，奠立2009年「哥本哈根議定書」的基礎。

除了後京都第二階段減量承諾談判之外，減排與調適政策是本次大會的主軸，涉及的重點議題，包括調適政策(adaptation)、毀林(deforestation)、京都機制(Kyoto mechanism)與技術發展(technology development)、及碳捕捉與儲存(CCS)等為主軸。本次大會合計完成25項決議，奠立全球合作減碳基礎，最後大會決議明年將由東歐波蘭的Poznan市舉辦，時間訂在12/01~14。

二、全球溫室氣體排放現況

依據聯合國氣候變化綱要公約最新統計資料(Key GHG Data, 2007)，指出附件一國家(1990~2005)GHG排放減少14.9%，見圖A-1，已超過京都議定書降低5.2%之目標量；其中經濟轉型國家減少35.2%，而非經濟轉型國家(工業化國家)則成長3.1%，表示附件一國家溫室氣體減量仍來自於經濟轉型國家的減量貢獻為主。然而，值得注意的是，2000-2005年經濟轉型國家GHG成長3.5%，高於工業化國家同期的成長水準(1.7%)，導致整體附件一國家在該期間成長2.6%，如果持續此種發展趨勢，至2012年附件一國家將達不到京都承諾目標。

就部門別而言，運輸部門是惟一呈現溫室氣體成長的部門，預計至2010年將增加30億噸CO₂當量排放量，見圖A-2。能源部門將減排約40億噸CO₂當量排放量，是最大減排部門。

整體附件一國家溫室氣體減排績效如下：

1. 1990–2004 年間，附件一國家 GHG 排放(不包括 LULUCF)大約減排 3.3%(包括 LULUCF 則減排 4.9%)，同期 GDP 成長 36.2%
2. EIT 均呈現絕對脫鉤現象(GHG 減排 36.8%; GDP 成長 11.7%)
3. 部份工業化國家呈現相對脫鉤現象 (GHG 成長 11.0 %; GDP 成長 39.5 %)
4. 導致所有附件一國家溫室氣體密集度 (emissions per unit of GDP)下降 29%

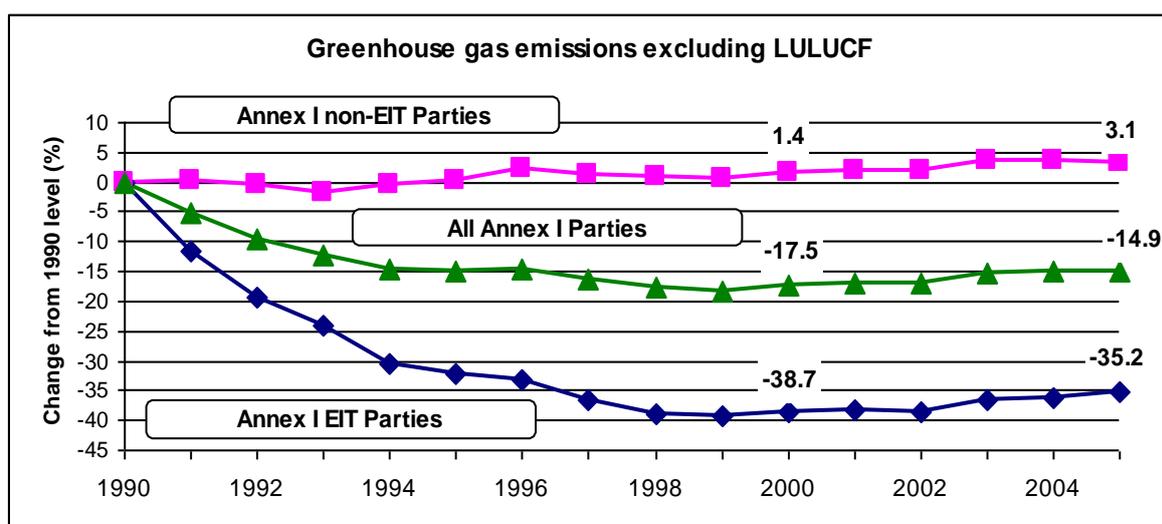


圖 A-1. 附件一國家(1990-2005)溫室氣體排放趨勢

資料來源：UNFCCC(2007)

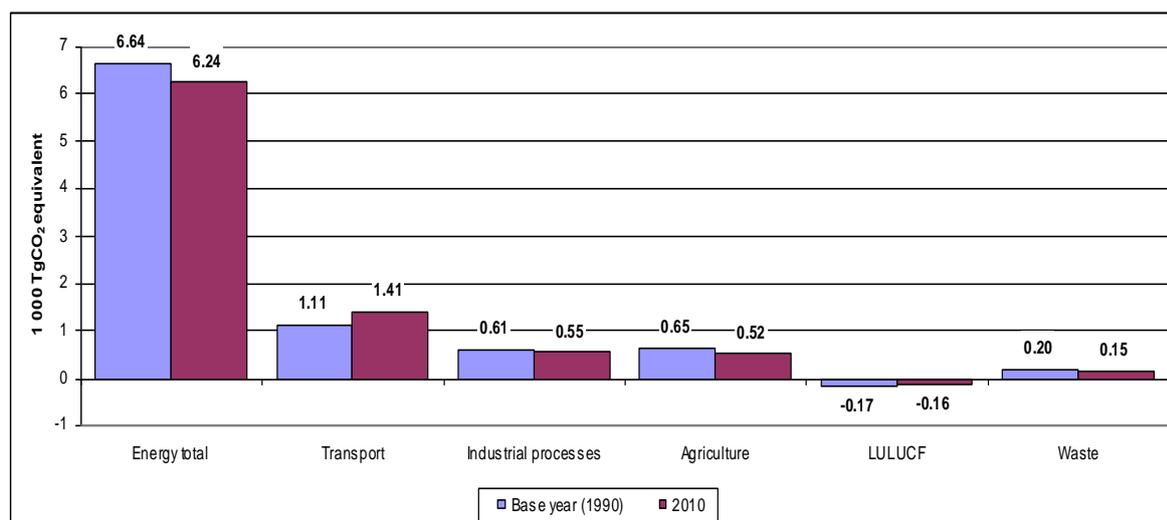


圖 A-2. 全球部門 2010 年減排量推估

資料來源：UNFCCC(2007)

三、Bali 行動計畫

「Bali 行動計畫」是本次大會的主要會議結論，該行動報告首先確認經濟與社會發展以及改善貧窮是全球最優先的目標，此外，同意第二階段減量協商應以 IPCC 第四版科學報告為基礎，如果減緩減量，將會提高氣候變遷衝擊的風險。主要行動計畫內容如下：

1. 為推動更長期的國際合作，達到公約的長期目標，決議於 COP15(2009 年)，制定一新的議定書
 - (1)應依據共同但差異責任之精神，並考慮各國經濟與社會條件的差異性，作為長期國家減量合作基礎；
 - (2)加強國家與國際減排行動：工業化國家應制定減量目標；開發中國家應透過能力建構、技術與財務促進永續發展
 - (3)加強調適行動：加強風險管理
 - (4) 加強科技發展與移轉，促進減排與調適：制定有效機制與移除障礙，並加速環境友善技術發展與推動
 - (5)加強減排、調適與技術移轉的財務資源與投資活動：尋求額外財源，建立開發中國家進行減排與調適的正向誘因
2. 應於 2009 年 COP15 完成長期合作行動(long tern cooperative action)
3. 協商行動應即刻展開，不要延遲
4. 第一次協商會議應於 2008 年 4 月以前開展，相關會議時間如附表所示
5. 締約國應於 2008 年 2 月之前提交意見，以利第一次協商會議的進行
6. 要求工作小組於 COP14 報告協商進展
7. 處理方式應參考最好的科學資訊、公約與京都議定書實施的經驗，由政府與政府間的相互關係得到結果，並且觀察商業與研究社群與公民社會。
8. 工作小組的組織需要大量的傳統資源，提供給合格取得資金使用權的國家，並且提供咨詢服務與實質的支持。
9. 積極的推動會員國可以幫助工作小組，對於 UNFCCC 會員之信託基金提供捐款，有關上述第 12 項之目的之附加活動的信託基金，並且

提供其他支持，例如主辦會議等。

附表 2008 年在公約下長期合作行動的工作小組會議預定時間表

會議	日期
會議 1	2008. 3 月/ 4 月
會議 2	2008. 6 月，與附屬機構的第 28 次會議一起舉行
會議 3	2008. 8 月/ 9 月
會議 4	2008. 12 月，與締約國的第 14 次會議一起舉行

四、大會主要議題進展

本次大會主要議題包括：後京都減量協商基礎、CDM 進展、京都機制執行、調適進展與調適基金、技術發展、開發中國家毀林與減排(Reducing Emissions from Deforestation in Development Countries, REDD)、及碳捕捉(Carbon Capture and Storage, CCS)等，分別簡述如下：

(一)、後京都減量協商基礎

依據 IPCC(2007)第四版科學報告建議為基礎，主要重點：

1. 為穩定大氣溫室氣體濃度，允許全球溫室氣體排放量於未來 10-15 年間成長至高峰，進而開始減量，並達到 2050 年排放量低於 2000 年排放水準的 50% 的中期目標
2. 短期則是 2020 年要達到減排 25-40% CO₂ 的目標 (FCCC/KP/AWG/2007/L.5)

(二)、CDM 進展

1. 目前已有超過 49 個國家，完成 860 個 CDM 計劃登錄，但是僅有 23 個計畫在非洲(佔 2.6%)；
2. 尚有超過 2,000 個登錄中的計畫；
3. 預計至 2012 年約可創造 26 億 CERs；
4. 限制小型造林與再造林的規模為 16 公噸 CO₂/年以下；
5. 基於「奈洛比架構」，UNEP, UNDP, 世界銀行, 非洲開發銀行, 及 UNFCCC 共同協助推動非洲 CDM 計畫，目前已成功發展

30 個 CDM 計畫，其中，14 個計畫已與世界銀行碳基金簽署購買協議

(三)、京都機制執行

- 所有附件 B 國家必須建立嚴謹的監測制度、及溫室氣體申報系統；
- 並依據其 2007 年申報量，決定其核配量；
- 申報與評鑑要件：

1. GHG 盤查與基準年排放量
2. 基準年含氟氣體排放量
3. 排放權核配與保留量計算
4. 國家登錄與國家清冊系統
5. LULUCF 界定

- 嚴格的國際查證(verification)機制；
- 遵約機制；

UNFCCC 的主要碳交易系統的管理機制如圖 A-3 所示，其中，國際交易表(International Transaction Log, ITL)已於 2007 年 11 月 9 日 建置完成，且已與 CDM 登錄系統完成連結，並已於 11 月 9 日接收 CDM 資料。日本的國家登錄系統已於 11 月 14 日完成與 ITL 連結，瑞士與紐西蘭預計於年底完成連結，預計 2008 年初期開始運作。

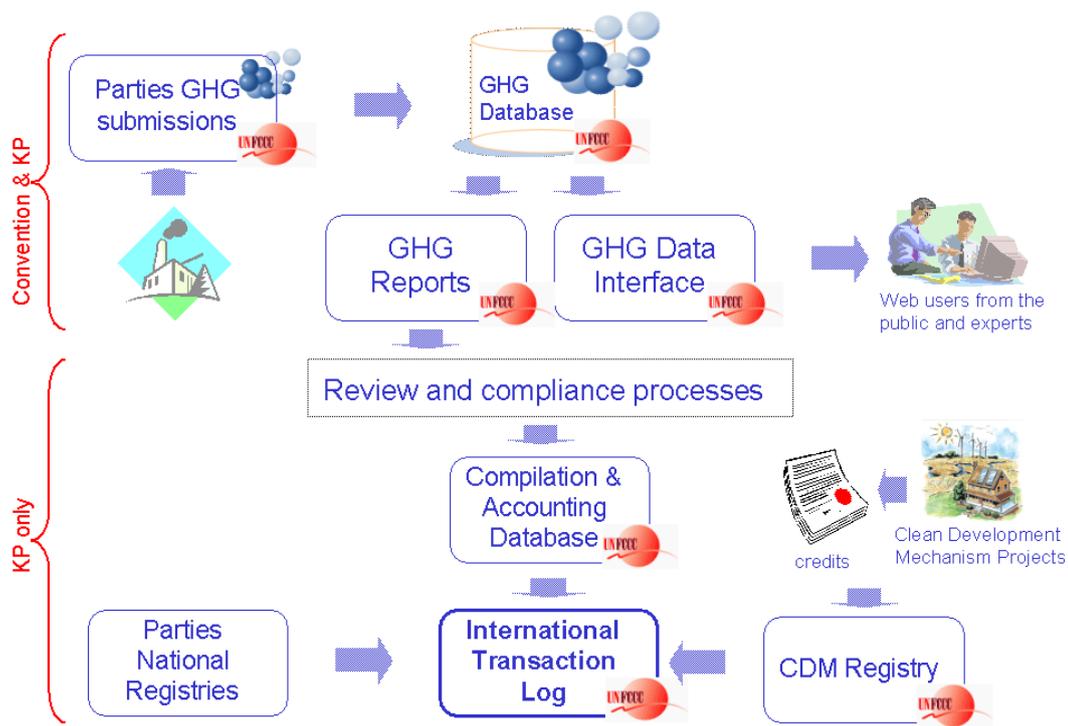


圖 A-3. UNFCCC 碳交易管理機制

(四)、調適進展

海岸、水資源、人體健康及農業等區域與部門均呈現脆弱性，未來應加強調適措施如下：

1. 海岸：海岸侵蝕、洪水、暴風雨、濕地及淡水鹽化等風險提高
2. 水資源：受到湖泊乾旱、水流量降低、地下水資源枯竭及淡水資源污染等影響，導致水資源減少
3. 人體健康：熱浪(或酷寒)、水資源缺乏、洪水與疾病漫延等，提高健康風險
4. 農業部門：受到作物生產降低、及降低作物面積，提高糧食風險

規劃調適基金如下：

1. 開發中國家的調適基金主要由CDM創造效益的2%提撥；
2. 目前基金規模為37百萬歐元，隨著CDM發展，預估至2008-2012年間，可以達到80-300億美元；
3. 2008年6月將於德國波昂協商如何將調適政策，整合入國家氣候政策之中

(五)、減排技術發展

1. 開發中國家應同時針對減排(mitigation)與調適(adaptation)政策，進行策略規劃(strategic program)；
2. 國家應推動示範性計畫，開創有吸引力的投資環境，提高私部門的投資誘因；
3. 應加強評估潛在投資障礙，並建立指標，檢視環境友科技的發展與推動狀態

(六)、開發中國家毀林與減排

1. 政府應該採取積極行動，降低毀林的溫室氣體排放是Bali會議的重要共識之一；
2. 討論的焦點放在森林覆蓋面積改變，以及其產生的GHG排放的方法與評估；
3. 同時必須考量以當地住民與原住民的需求與發展問題；
4. 毀林議題將是後京都時期，重要的減排與調適政策議題。

(七)、碳捕捉

1. CCS技術的發展，與化石燃料永續利用有關，因此，是未來重點氣候變遷科技；
2. 有關CCS的CDM計畫相關議題，將於2008年建立一個工作計畫進行深入分析；
3. 該工作計畫項目包括：技術、法律、政策與財務等議題；
4. 分析結果將於2008年於波蘭的Poznan舉行的COP14會議發佈。

表 A-1 歐盟 15(EU-15)京都目標達成率比較

國家	2005 年減排率(%)	京都歐盟責任分擔目標(%)	差異(%)
奧地利	18.1	-13.0	31.1
比利時	-2.1	-7.5	5.4
丹麥	-7.8	-21.0	13.2
芬蘭	-2.6	0.0	-2.6
法國	-1.9	0.0	-1.9
德國	-18.7	-21.0	2.3
希臘	25.4	25.0	0.4
愛爾蘭	25.4	13.0	12.4
義大利	12.1	-6.5	18.6
盧森堡	0.4	-28.0	28.4
荷蘭	-1.1	-6.0	4.9
葡萄牙	40.4	27.0	13.4
西班牙	52.3	15.0	37.3
瑞典	-7.4	4.0	-11.4
英國	-15.7	-12.5	-3.2
合計	-2.0	-8.0	6.0

資料來源：European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-2. 歐盟(2010)減排政策規劃

減排措施	減排量(MT CO ₂)	減排率(%)
基線排放量	4,271.4	-
京都目標	3,929.7	-8.0
現存政策與措施	4,101.8	-4.0
京都機制	-107.5	-2.5
碳匯	-39.1	-0.9
新增政策與措施	-168.8	-4.0
合計	3,786.4	-11.4
差距	-143.2	-3.4

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

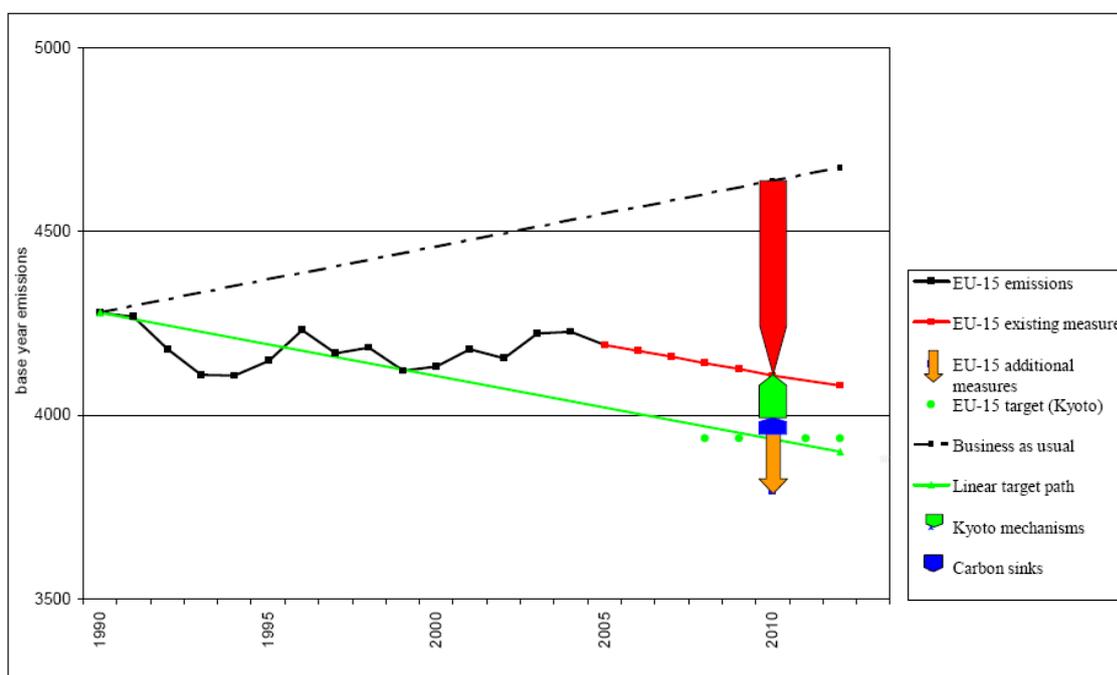


圖 A-4. EU-15 溫室氣體減排規劃

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-3. 跨部門減排措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
EU15 排放交易	146	執行中
監測制度修訂	-	執行中
連結京都機制至排放交易系統	187.5	執行中
合計	333.5	-

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-4. 能源供給政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
再生能源電力指令	100-125	執行中
運輸部門生質能源推動指令	35-40	執行中
汽電共生推動指令	22-42	執行中
再生能源熱能(包括 biomass) 強化措施	36-48	至 2005 年 12 月，已超過 20Biomass 行動計畫
歐洲智慧型能源(再生能源)計 畫	-	再生能源補助計畫
合計	193-255	-

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-5. 能源需求政策與措施

政策與措施	減排量 (MTCO ₂)	執行狀況
建築物能源績效指令	20	執行中
國內設備能源標示指令	54	執行中
能源產品生態效益指令架構	-	執行中
能源服務指令	40-50	執行中
遵行綠皮書之能源效率行動計畫	-	2006 年推動，界定 10 項優先推動計畫，2020 年節能 20%
整合污染控制(IPCC)於能源效率之行動指令	-	準備中
歐洲智慧型能源效率計畫	-	能源補助計畫
能源效率公眾認知宣導	-	智慧型能源補助計畫
車輛自願性減量協議	-	補助車輛能源效率改善計畫
政府採購	-	制定政府採購高能源效率產品指引
合計	114-129	-

資料來源：European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-6. 運輸部門政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
小客車(包括製造與使用)自願承諾協議	107-115	盤查制度建置中；標示已執行
運輸與收費基礎設施指令	-	執行中
運具平衡移轉	-	執行中
燃料稅	-	執行中
運具空調(HFCs)指令	-	執行中
合計	107-115	-

資料來源：European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-7. 工業與 non-CO₂ 部門政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
管制氟氯碳化物氣體	23	執行中
IPPC 與 non-CO ₂ 氣體	-	執行中
合計	23	-

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-8. 廢棄物部門政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
垃圾指令	41	執行中
廢棄物熱能策略	-	2005/12 開始推動
合計	41	-

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-9. 整合研發與 Cohesion 政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
研發計畫	-	包括能源、運輸與氣候等領域研發補助計畫
整合氣候變遷於結構與凝聚基金	-	於 2007-2013 年新預算已編列永續運輸、調適、再生能源、及能源效率的補助計畫
合計	41	-

資料來源:European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-10. 農業政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
整合氣候變遷政策於鄉村發展	-	執行中
能源作物補助措施	-	執行中
共同農業政策(CAP)改革	19	2003 的改革： (1)以脫鉤作為補貼依據 (2)以遵行 EU 的農業政策 作為補貼依據
改善施肥效率，降低 N ₂ O	10	落實氮指令
減少動物腸發酵排放 CH ₄	0.3	降低畜牧量
降低動物消化排放 CH ₄ 與 N ₂ O	1.7	透過農業環境計畫補助畜 牧量減少的農民
合計	31	-

資料來源：European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

表 A-11. 林業政策與措施

政策與措施	減排量(MTCO ₂)	執行狀況
植林與造林計畫	14	補助鄉村造林計畫
森林管理	19	補助鄉村造林計畫
合計	33	-

資料來源：European Commission(2007), Progress Towards Achieving The Kyoto Objectives.

(二) 歐盟調適政策

歐盟已於 2007 年 6 月 29 日制定「綠皮書」(Green Paper)，主要推動因應氣候變遷的調適政策與行動，而其調適的標的包括：水資源、生態系統與生物多樣性、糧食、海岸、及健康等構面。

I、歐洲氣候變遷衝擊評估

■ 過去三十年歐洲地區自然資源與生態變化如下：

1. 水資源：氣候變遷造成的乾旱，已影響歐洲地區的飲水安全
2. 生態系統與生物多樣性：如果地表溫度上升 1.5-2.50C，則大約有 20-30% 物種將滅亡
3. 糧食：氣候變遷造成糧食短缺，提高饑餓風險
4. 海岸：海平面上升，將淹沒海岸及三角洲地帶，至 2050 年三角洲地帶，將有超過一百萬居民遭受危害
5. 健康：氣候變遷將對人類造成直接與間接衝擊，主要原因是造成生態失衡，疾病漫生，提高人類罹病風險

■ 南歐及地中海區域受到氣溫上升及降雨量減少的影響，已產生水資源匱乏現象

■ 阿爾卑斯山脈受到溫度上升影響，導致積雪融化，改變冰川流量

■ 沿海地區遭受暴風雨侵襲的損害風險提高

■ 洪水頻率增加，提高洪水災害

I、歐盟調適政策內容

歐盟整體調適策略區分為四大方向：

1. 將調適政策整合入歐盟境內「先期行動」；
2. 將調適政策整合入歐盟境外行動；
3. 加強氣候變遷知識累積，降低預測與評估結果的不確定；
4. 整合與調合整體歐盟社會、企業及民眾的調適策略；

以下分別簡述上開四大方向之具體內容：

(1) 整合境內先期行動

歐盟整合現行的行動措施於未來推動的法律與政策措施之中，並制定

相關回應政策。彙整主要措施於表 A-12 所示。

表 A-12. 歐盟整合境內先期行動項目與內容

部門	調適政策與措施
農業與鄉村發展	推動「共同農業政策」(Common Agriculture Policy, CAP)，目的在建構歐盟農業永續發展架構
工業與服務業	協助產業部門進行各項調適活動，以及潛在市場機會，推動企業將調適政策納入其永續經營發展策略之中
能源	推動「策略性能源技術計畫」(Strategic Energy Technology Plan)，促進能源科技發展(特別重視建築物節能科技)
運輸	運輸建設規劃之初，應將氣候變遷因素納入考量，特別強調水運安全措施
健康	推動人體健康補助計畫，如「社區公共健康計畫」，歐盟已啟動一項中期計畫(2004-2010)，「歐盟環境與健康行動計畫」
水資源	制定「水資源架構指令」，並推動經濟誘因政策(如提高水價)，加強水資源管理。此外，亦加強洪氾與水資源短缺風險的調適。
海岸與漁獲	修訂「海洋政策」及「共同漁獲政策」，確保永續漁獲存量
生態系統與生物多樣性	2006 年開始推動「生物多樣性聯繫行動計畫」

資料來源：European Commission(2007), Adapting to Climate Change in Europe Options for EU Action Green Paper.

(2)、整合調適政策至歐盟外部行動

- 推動綠色能源科技投資與移轉計畫；
- 推動永續貿易活動，如加速環保產品的貿易與合作；

(3)、累積氣候知識與降低不確定性

歐盟推動一個七年(2007-2013)氣候研究計畫，主要評估項目：

- 調適政策成本與效益評估：建立指標系統，評估因應政策的成效；
- 提高氣候變遷影響的預測能力：特別是水資源與能源等部門的衝擊效果；
- 建立長期評估模型與資料庫；
- 提升資料的可獲得性，以及整合入調適評估模型之中；
- 環境與自然資源的環境與經濟成本評估；
- 加強知識與資訊的交流；
- 分享科技知識，並協助夥伴國家調適政策的擬定。

(4)、整合與調合歐盟社群

以「歐盟氣候變遷計畫」(European Climate Change Program)為基礎，將於 2007 年 11 月啟動「歐盟氣候變遷調適顧問小組」，協助與監督政策制定與執行成果。

二、IEA(2007)能源科技與 CO₂ 減排推估

此份報告主要回應 G8(2005)領袖會議，要求 IEA 提出替代情境與策略，而能夠達到潔淨與具競爭力的能源。IEA(2007)提出加速科技情境 (Accelerated Technology Scenarios, ACTs)，主要分析現行及發展中科技，如何在 2050 年降低 CO₂ 排放量至現在水準。

(一)情境設定

■ 三種情境

1. 基準情境
2. 加速科技情境(ACT)
3. TECH Plus 情境

■ ACT 與 TECH Plus 情境

1. 科技研發、示範與推動衝擊分析
2. 2030 年在碳價格為 25 美元/tCO₂e，低碳科技啟動
3. 個別科技情境具差異性

各項情境設定彙整如表 A-13 所示。

(二)各項能源科技情境之減排效果推估

歸納主要科技項目：

1. 提高能源效率：特別是運輸、工業與建築物
2. 低碳發電結構：核能、天然氣、再生能及燃煤與 CCS；
3. 提高運輸部門生質能源使用

由圖 A-5 可知，能源效率是最主要的溫室氣體減排科技，約可達到 44% 減排績效，其次是電力部門結構的調整，可以達到 34% 的減排效果，其中，CCS 可以達到 12% 減排績效，是未來發電部門最主要的溫室氣體減排科技；依序分別是：(1)核能發電可以減排 6%；(2)以天然氣取代燃料發電可以達到 5% 減排效果；(3)水力與生質能源均可減排 2%；及(4)發電效率提升可以達到 1% 減排效果。

圖 A-6 顯示至 2050 年，全球發電燃料配比變化，可以發現 CCS、再生能源、與核能是最主要的結構。此外，彙整各部門減排效果於表 A-14 所示。

表 A-13 各項能源科技情境假設

Scenario	Renewables	Nuclear	CCS	H ₂ fuel cells	Advanced biofuels	End-use efficiency
ACT Map	Relatively optimistic across all technology areas					2.0 % p.a. global improvement
ACT Low Renewables	Slower cost reductions					
ACT Low Nuclear		Lower public acceptance				
ACT No CCS			No CCS			
ACT Low Efficiency						1.7 % p.a. global improvement
TECH Plus	Stronger cost reductions	Stronger cost reductions & technology improvements		Break-through for FC	Stronger cost reductions & improved feedstock availability	

資料來源：IEA(2007), 2006 Energy Technology Perspectives...Scenarios and Strategies to

2050.

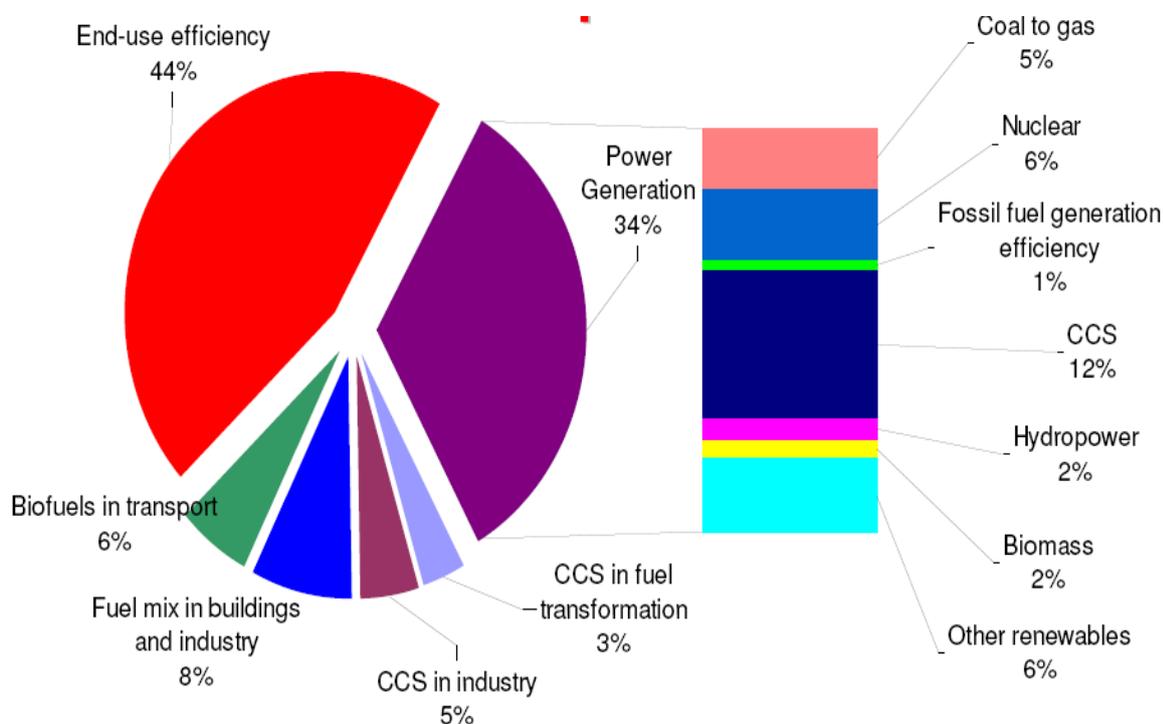


圖 A-5. ACT 溫室氣體減排效果推估

資料來源：IEA(2007), 2006 Energy Technology Perspectives...Scenarios and Strategies to 2050.

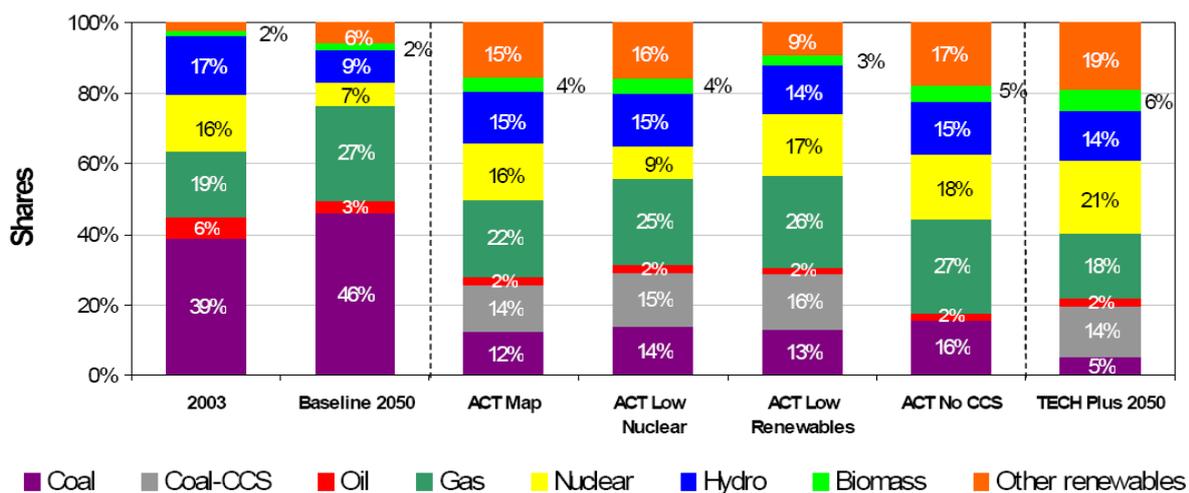


圖 A-6. 全球發電燃料配比(2050)

資料來源：IEA(2007), 2006 Energy Technology Perspectives...Scenarios and Strategies to 2050.

表 A-14. IEA(2007)ACTs 部門減量推估

部門	減排成效
部門能源效率提升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加速科技發展提高建築物、工業與運輸部門能源約 17-33%(2050 年) 2. 降低 45-53% CO₂排放量
建築物能源效率提升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築物能源效率可以提升 70% 2. 窗戶隔熱效率可以提升 3 倍 3. 熱能效率可以提升 10% 4. 空調效率可以節能 30-40% 5. 導入太陽能光電版、智慧型量器、CHP 及燃料電池 6. 照明費用可以節省 30-60%
工業部門能源效率提升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過馬達、幫浦、鍋爐及熱系統可以大幅提高能源效率 2. 提高物質回收率 3. 使用生質作物取代油與天然氣
運輸部門能源效率提升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改善汽油與柴油效率 2. 油電混合車輛 3. 先進柴油引擎 4. 新材質引擎可以提高車輛效率 5. 車輛空調效率改善
潔淨燃煤發電與 CCS	<ol style="list-style-type: none"> 1. CCS 是其發展障礙，然而，至 2030 年可以 25 美元/tCO₂ 2. 目前尚缺乏大規模示範廠 3. 已存在高效率燃煤技術，如 IGCC 4. 至 2050 年約可降低 20-28%CO₂排放量
天然氣發電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 至 2050 年天然氣發電占比約為 23-28% ，大約成長兩倍 (相較於 2003 年) 2. 最新複循環燃汽發電約可達到 60%效率 3. 天然氣發電的 CO₂ 排放量約是燃煤發電的一半，如果大

	量使用燃汽發電，可以大幅降低 CO ₂ 排放量
核能發電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 核能為無碳發電，1990 年代已發展第三代，約有十一個 OECD 國家現正合作發展第四代核能電廠 2. 至 2050 年核能發電占比為 16-19%，約可減少 6-10% CO₂ 排放量 3. 發展核能的主要障礙： <ul style="list-style-type: none"> ■ 龐大資本成本 ■ 核廢料處理，產生的民眾反對 ■ 發展成為核武
再生能源發電	再生能源使用(包括水力、風能、太陽能及生物能)發電，其發電占比由現在的 18%，將增加至 34%(2050 年)，約可減少 9-16% CO ₂ 排放(2050 年)
運輸部門使用生質能源與燃料電池	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生質能源與燃料電池(氫能)5045 占運輸部門能源必比例為 35%(2050 年) 2. 運輸部門使用生質能源約可減少 6%CO₂ 排放(2050 年) 3. 燃料電池將快速成長至 300Mtoe(2050 年)，可減少 800Mt CO₂ 排放，此外，燃料效率提高，可再額外減排 700MtCO₂

資料來源：IEA(2007), 2006 Energy Technology Perspectives...Scenarios and Strategies to 2050.

三、全球工業部門能源效率與 CO₂ 排放追蹤(IEA, 2007)

工業部門能源消費量約占全球 1/3 強，產生 36%CO₂ 排放量，其中，三分之二 CO₂ 排放量來自於能源密集產業(包括石化業、鋼鐵業、水泥業、造紙業等)。此外，工業部門能源消費成長快速，由 1971 年至 2004 年約成長 61%的，隱含藉由能源效率提升可以大幅改善溫室氣體排放的政策意含。而能源效率的提升主要在於馬達系統效率的改善、汽熱共生(CHP)、及物質回收等，且研究發現，透過能源效率提升，每年約可節省 600-900 桶油當量，相當於每年減排 1.9-3.2GtCO₂ 排放量，約占目前全球 CO₂ 總排放量的 7-12%，從而達到提高能源安全、環境保護與經濟發展之利益。

利用能源指標可以有效追蹤能源消費趨勢，具有多項優勢如下所述：

1. 排除價格波動的干擾，可以有效掌握能源消費趨勢，以及提出更精確的能源效率現狀；
2. 可以有效連結製程改善與適當科技的選擇；
3. 提供良好的能源效率改善分析結果

彙整 IEA(2007)對工業部門能源效率改善與 CO₂ 減排潛力於表 A-15，由表 15 可以發現，水泥產的節能量與 CO₂ 減排潛力最大，分別可以達到 28-33%，以及 480-520 百萬噸 CO₂，其次是石化業的 13-16%，以及 370-470 百萬噸 CO₂；至於節能系統方面，工業馬達系統是最主要的節能與 CO₂ 減排潛力的來源，預估可以達到 141-191 百萬噸油當量，以及 340-750 百萬噸 CO₂，其次是 CHP 改善可以達到 48-72 百萬噸油當量，以及 110-170 百萬噸 CO₂。

整體工業部門透過能源科技與製程改善，可以達到達到 600-900 百萬噸油當量，以及 1,900-3,200 百萬噸 CO₂，分別占全球改善潛力的 18-26%，以及 19-32%。

表 A-15. 工業部門能源效率改善潛力推估

部門改善措施	科技節能潛力		節能率(%)
	百萬噸油當量/年	百萬噸 CO ₂ /年	
部門改善			
石化業	120-155	370-470	13-16
鋼鐵業	55-108	220-360	9-18
水泥業	60-72	480-520	28-33
造紙業	31-36	52-105	15-18
製鋁業	7-10	20-30	6-8
其他非金屬礦業	12-24	40-70	13-25
系統生命週期改善			
馬達系統	143-191	340-750	-
CHP	48-72	110-170	-
蒸汽系統	36-60	110-180	-
製程整合	24-60	70-180	-
增加回收	36-60	80-210	-
能源回收	36-55	80-190	-
合計	600-900	1,900-3,200	-
工業部門能源效率改善與 CO ₂ 減排占全球改善潛力比例(%)	18-26	19-32	-
工業部門總能源效率改善與 CO ₂ 減排占全球改善潛力比例(%)	5.4-8.0	7.4-12.4	-

資料來源：IEA (2007), Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions.

四、德國 2020 年減量目標與政策

德國環保署於本次大會提出更積極的溫室氣體減量目標，亦即至 2020 年減排 40%CO₂(相較於 1990 年)，並提出八大政策與措施，降低各部門 CO₂ 排放量，見圖 A-7 及表 A-16，可知各部門合計可以減排 224 百萬噸 CO₂，其中，能源部門將減排 224 百萬噸 CO₂，是最主要的減排來源。以下簡述上開八大措施之內容如下：

1. 節約用電：每年可減少40百萬噸的二氧化碳排放

透過更有效率的設備與器具、減少備用電力消費與降低電熱器使用，⁷² 可以有效減少11%的用電量，及降低4,0百萬噸的二氧化碳排放量，後者減少8%的用電量。

制定有效率的管制與獎勵等誘因措施，包括電器及設備的效率必須達到法定的規範，將課徵之能源稅設立能源效率基金，此外，亦可融通財政諮詢、諮詢計畫、及技術創新的啟動費用。

2. 電廠汰舊換新：每年可減少30百萬噸的二氧化碳排放

新的燃煤電廠可提高7%的效率，並且改用天然氣替代燃煤，在發電部分，天然氣的佔比增加30%，未來將有可能整棟大樓都是採用天然氣供熱，在2020年以前天然氣總消費量將僅提升3%。

使用天然氣發電的重要誘因，包括減少CO₂排放權的核配與拍賣量，並且可以達到未來於燃煤與燃氣電廠面臨拍賣排放權時，具備齊一的基準。此外，聯邦政府未來將擴大公共財務補貼，補助建築物能耗改善，以及修改房屋租賃法令，要求達到特定能源效率標準的建築物，才能夠出租，如此，可以促進建築物能源效率提升。

3. 提高再生能源發電之佔比至26%：每年可減少44百萬噸的二氧化碳排放

依據聯邦環保署的模擬情境分析，再生能源發電目標為140TWh，此外，根據聯邦環保署、自然保育部、及核能安全部的保守估計，至2020年約可達到156TWh，其中，風力發電(特別是離岸式)及生質能發電將是未來

⁷² 電熱器耗電約占 8%。

最重要的發電來源。

德國的「再生能源法」(The Renewable Energy Sources Act, EEG)是推動再生能源發展的最關鍵法令，主要措施為保證價格，此種補貼措施已被證實在歐洲是最便宜及最有效率的政策措施。

依據德國巔環保署的模擬分析，至2020年的發電結構為：煤炭32%、天然氣30%、再生能源26%、核能6%、及其他燃料6%。這種發電結構，約合計可以降低能源與工業部門12百萬噸CO₂排放量。

4. 汽電共生佔比加倍：每年可減少15百萬噸的二氧化碳排放

為了在2020年達到汽電共生(cogeneration)發電量加倍的目標(由70 TWh增加至140TWh)，德國政府將採補貼汽電共生發電，同時將「汽電共生法」修訂，列為最優先推動法案，並加速其通過。未來德國政府將優先推動區域供熱或長距離供熱網法案，連結供熱來源(包括垃圾焚化熱能)與消費者的網路。此外，德國政府將特別重視垃圾焚化熱能效率問題，因此，將採行補助措施，促進其設備汰舊換新。

5. 提高建築物熱能效率：每年可減少41百萬噸的二氧化碳排放

熱效率系統與汽電共生是影響建築物熱效率的最關鍵要素，未來將降低人均熱耗值，主要的措施包括「節能法」(Energy Saving Ordinance(EnEV)、補貼以及修訂「租賃法」等，可減少建築物能源效率提升障礙，以及降低建築物二氧化碳排放計畫推動。

6. 再生能源供熱：每年可減少10百萬噸的二氧化碳排放

提高再生能源(包括生質能、太陽熱能及地熱)於供熱系統之佔比，由現在的6%增加至12%，則可合計降低住家、商業、貿易及服務等部門6百萬噸CO₂排放量，此外，工業部門可減少4百萬噸CO₂排放量。

7. 減少運輸部門的能耗：每年可減少15百萬噸的二氧化碳排放

德國政府將推動技術措施(低耗能車輛、降低車輛動力、及輕便的構造)及節能的駕駛行為等兩項運輸部門的減排政策與措施，估計至2020年前，約可以降低小客車40%CO₂的排放量。就重型貨車而言，使用低壓輪胎或低摩擦性的油，約可以減排20% CO₂的排放量。然而，最重要的措施為課徵

燃料稅，包括機動車輛稅及重型貨車在全國道路的使用費，同時將限制新車輛CO₂的排放量上限。

8. 降低運量及轉運鐵路與水路：每年可減少15百萬噸的二氧化碳排放

對於改善交通狀況，擴大鐵路建設較鋪設新道路之貢獻較大，大部分的貨運運輸，先經道路運送至鐵路，再經由國內的水路運輸。如果貨物運輸利用鐵路運送佔比由1999年的16.5%提高至2020年的25%，將可減少約3百萬噸的CO₂排放。如果都市中5%的私人運具移轉至大眾運輸，30%的私人運具在五公里以內的路程改騎乘腳踏車，則可減少3~4百萬噸的CO₂排放。

德國政府已將航空運輸，納入排放交易制度之中，將限制航空運輸的CO₂排放量，是未來控制空運溫氣體排放的有效政策工具。然而，航空運輸可能造成其他氣候影響，例如排放氮氧化物所增加之臭氧，及產生凝結尾跡與捲雲的現象。基於各種運具的平等對待，德國政府將同時取消化石燃料稅及國際航線機票增值稅免徵措施，預期透過價格上漲，可以有效降低運輸部門的CO₂排放量。

彙整八大政策與措施之內容與減排效果於表A-17。

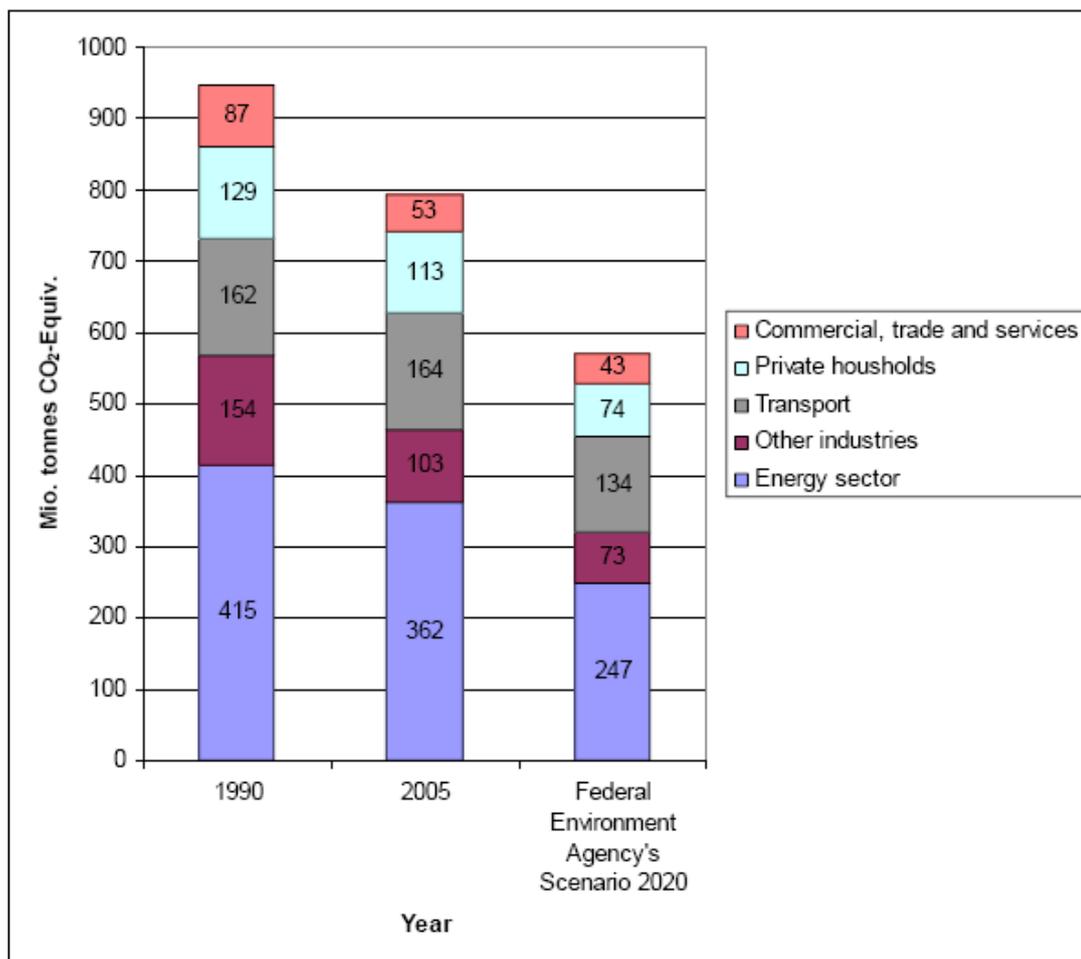


Fig. 1: Energy-related CO₂ emissions in Germany's economic sectors: actual values for 1990 and 2005, a scenario developed by the Federal Environment Agency for 2020. Source: calculations by the Federal Environment Agency, 2007.

圖A-7. 德國部門2020年CO₂排放規劃

資料來源：Federal Environmental Agency (2007), Climate Protection in Germany: 40% Reduction of CO₂ Emissions by 2020 Compared to 1990.

表A-16. 德國部門至2020年CO₂排放減量情境分析與比較

單位：百萬噸CO₂

政策措施	能源部門	工業部門	住商及服務部門	運輸部門	總計
增加使用天然氣及提高化石燃料火力發電效率	-27	-3			-30
再生能源發電配比加倍	-39	-5			-40
有效率的消費節約11%的用電	-36	-4			-40
汽電共生佔比加倍		-5	-10		-15
增加再生能源在供熱系統佔比6%		-4	-6		-10
提高建築物熱能效率		-1	-31		-32
生產過程中蓄熱		-8	-1		-9
減少單位油耗量				-15	-15
使用大眾運輸及減少鐵路與船運				-15	-15
其他措施及影響	-13				-13
總計	-115	-30	-49	-30	-224

資料來源：Federal Environmental Agency (2007), Climate Protection in Germany: 40% Reduction of CO₂ Emissions by 2020 Compared to 1990.

表A-17. 德國(2020)八大政策措施與減排量比較

政策目標	政策措施	政策工具	減排量 (MTCO ₂)
節約用電	<ul style="list-style-type: none"> ■ 有效率的設備與器具 ■ 減少備用電力消費 ■ 降低電熱器使用 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 管制電器及設備效率 ■ 設立能源效率基金 	40
電廠汰舊換新	<ul style="list-style-type: none"> ■ 燃氣發電取代燃煤發電 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 補助建築物能耗改善 ■ 修改房屋租賃法令 	30
提高再生能源發電佔比至 26%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 風力發電(特別是離岸式) ■ 生質能發電 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 保證價格 	44
汽電共生佔比加倍	<ul style="list-style-type: none"> ■ 推動區域供熱或長距離供熱網 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 補貼汽電共生發電 	15
提高建築物熱能效率	<ul style="list-style-type: none"> ■ 降低人均熱耗值 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 補貼 ■ 修訂「租賃法」 	41
再生能源供熱	<ul style="list-style-type: none"> ■ 提高生質能、太陽熱能及地熱之供熱 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 補貼 	10
減少運輸部門的能耗	<ul style="list-style-type: none"> ■ 推動低耗能車輛、降低車輛動力、及輕便的構造 ■ 節能的駕駛行為等 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 課徵燃料稅 	15
降低運量及轉運鐵路與水路	<ul style="list-style-type: none"> ■ 貨物運輸利用鐵路 ■ 移轉私人運具至大眾運輸 ■ 推動私人運具短程改騎乘腳踏車 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 排放交易制度 	15
合計	-	-	210

資料來源：Federal Environmental Agency (2007), Climate Protection in Germany: 40% Reduction of CO₂ Emissions by 2020 Compared to 1990.

三、瑞士全球碳稅倡議

由瑞士聯邦環境部(Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications, DETEC, 2007)提出，目的除了降低溫室氣體排放之外，期望藉由碳稅籌措全球調適基金。依據 UNFCCC 與世界銀行推估未來國際所需調適資金規模約為 100-400 億美元/年，因此，籌措足夠調適資金，已成為未來全球調適政策的重要課題。

依據全球碳稅架構規劃，工業化附件一國課徵高碳稅(25 美元/噸 CO₂)、開發中國家開徵低碳稅(15 美元/噸 CO₂)、以及低度開發國家(小於 15 美元/噸 CO₂)，並將碳稅收入納入「國家氣候變遷基金」(National Climate Change Fund, NCCF)，除了支出國內減排政策與措施費用之外，部分流入「多邊調適基金」(Multilateral Adaptation Fund, MAF)，見圖 A-7。預估附件一國家溫室氣體排放 160.1 億噸 CO₂/年，以及非附件一國家的 14 億噸 CO₂/年，合計約可籌資 175 億美元/年 MAF。此外，全球各主要經濟體之調適資金收支規劃比較，彙整於表 A-18。

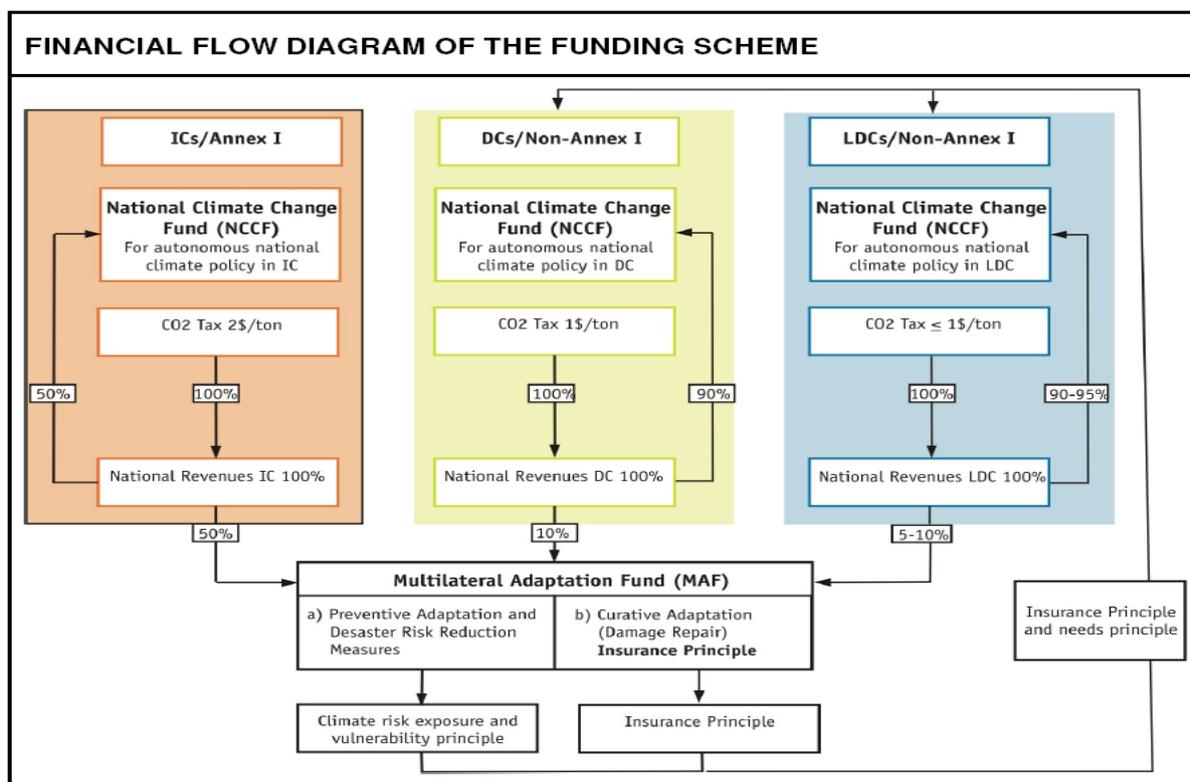


圖 A-7. 全球碳稅與調適資金分配架構

資料來源：DETEC(2007), Global Solidarity in Financing Adaptation: A Swiss Proposal for a Funding Scheme.

表 A-18. 全球碳稅架構下，各主要國家調適資金收支比較

	碳稅 稅收	MAF				NCCF +MAF
		繳交 MAF	獲得調適 基金	獲得的 保險費	由 MAF 獲得的淨 收入	
北美 OECD	15,010	7,505	0	0	-7,505.0	7,505
歐洲 OECD	8,948	4,474	0	0	-4,474.0	4,474
日本與韓國	3,616	1,808	0	0	-1,808.0	1,808
澳洲與紐西蘭	924	462	0	0	-462.0	462
俄羅斯	3,598	1,799	0	0	-1,799.0	1,799
中國	5,857	585.7	1,487.2	2,577.4	3,478.9	9,336
印度	1,369	136.9	1,947.6	2,114.2	3,924.9	5,294
非 OECD 亞洲	1,858	185.3	2,313.6	2,245.8	4,374.1	6,227
中東	1,463	146.3	474.1	191.8	519.6	1,983
非洲	1,188	118.8	1,657.8	838.8	2,377.9	3,566
拉丁美洲	1,270	127	533.4	463.0	869.4	2,139
其他	1,314	131.4	326.0	308.7	503.3	1,817
合計	46,410	17,479	8,739.7	8,739.7	17,479.4	46,410.0

資料來源：DETEC(2007), Global Solidarity in Financing Adaptation: A Swiss Proposal for a Funding Scheme.

伍、結語

觀察 COP13/MOP3 重要題發展，雖然「後京都」減量承諾協商，沒有獲得明顯進展，但是已提出具有共識的「路徑圖」(Road Map)，依據該路徑圖，提出「Bali Action Plan」具體規劃未來兩年的行動方案，亦即至 2009 年必須提出「新的議定書」規範第二階段國際溫室氣體承諾。

本次大會的焦點議題，除了後京都減量承諾協商之外，減排與調適政策是本次大會的主軸，涉及的重點議題，包括調適政策(adaptation)、毀林(deforestation)、京都機制(Kyoto mechanism)與技術發展(technology development)、及碳捕捉與儲存(CCS)等為主軸。歸納其他重要觀察結果如下：

(一)大會會議進展部分

- 後京都協商，應以 IPCC(2007)第四版科學報告為基礎，並應認真回應 IPCC 報告對未來減量情境的推估，並作為各國減量協商的基礎。易言之，短期則是 2020 年要達到減排 25-40%CO₂ 的目標，將是第二階段協商的主要基礎。
- 附件一國家已達到約 15%的溫室氣體減排量，然而，2000 年以上，無論是工業化國家，或經濟轉型國家，其排放趨勢呈現遞增現象，應密切觀察其未來變化趨勢。
- 運輸部門是惟一尚未減排的部門，展望未來仍將呈現增排趨勢，因此，運輸部門將會是下一階段的重點管理部門；
- 為加速造林 CDM 計畫的進展，制定小型造林與再造林的規模為 16 公噸 CO₂/年以下。
- 大會已建構完成全球碳交易市場管理機制，ITL 已於 2007 年 11 月 9 日 建置完成，並已於 11 月 9 日連結 CDM 資料，奠立京都機制的管理架構。
- 調適政策已成為未來各國的重要氣候政策，開發中國家應同時針對減排(mitigation)與調適(adaptation)政策，進行策略規劃(strategic program)。大會決議於 2008 年 6 月，將於德國波昂協商如何將調適政策，整合入國家氣候政策之中。
- 政府應該採取積極行動，降低毀林的溫室氣體排放是 Bali 會議的重要共識之一，此外，毀林議題將是後京都時期，重要的減排與調適政策議題

- 大會已體認 CCS 技術發展的重要性，因此，將於 2008 年建立一個工作計畫，評估推動 CCS 的 CDM 計畫的可行性。
- 各國已深刻感受到生態體系的脆弱性，不易承受氣候變遷的衝擊，因此，透過脆弱性評估，制定適當的調適政策於國家整體氣候變遷計畫，將是未來各國努力的重點。
- 明年將由波蘭的 Poznan 市舉辦，時間在 12 月初。

(二) 周邊會議部分

- 德國環保署提出 2020 年達到 CO₂ 減排 40%(相較於 1990 年)的積極目標，引起舉世矚目。提出八大主要策略，分別為節電措施(減排 40 百萬噸 CO₂/年)、電場汰舊換新措施(減排 30 百萬噸 CO₂/年)、增加再生能源發電配比至 26%(減排 44 百萬噸 CO₂/年)、倍增汽電共生(減排 15 百萬噸 CO₂/年)、提升建築物熱效率(減排 41 百萬噸 CO₂/年)、利用再生能源提供熱能(減排 10 百萬噸 CO₂/年)、降低特定交通運量(減排 15 百萬噸 CO₂/年)、及移轉路運至鐵路與水運(減排 15 百萬噸 CO₂/年)；
- 依據歐盟「京都目標達成進展報告」，指出透過京都機制、碳匯與強化措施，至 2010 年可以減排 11%，超出京都目標 3%；
- 歐盟已完成第二階段排放權分配，EU-27 合計核配 2,080.93 百萬噸 CO₂，約較第一階段減少 215.57 百萬噸 CO₂，其中，EU-15 獲得 1,568.8 百萬噸 CO₂(約占 75.4%)，約較第一階段減少 162.8 百萬噸 CO₂；
- IEA(2006)的「2006 能源科技展望」，指出能源效率是最重要的溫室氣體減排政策，至 2050 年約可貢獻 44%減排率，至於發電部門，則再生能源、核能與 CCS 將是最主要的低碳發電科技與配比；
- 調適是未來的重要氣候政策之一，歐盟已提出重要的調適政策，其中，整合「先期行動」是最關鍵的政策與措施；瑞士則提出利用全球碳稅方案籌措「調適基金」之構想，其未來發展值得持續觀察；
- 地方政府氣候行動(ICLEI, 2007)，首次參與締約國大會，並提出地方政府因應氣候變遷政策與措施，以及分享各城市作法經驗，包括城市氣候保護行動(UNEP)、城市氣候變遷調適行動...地方政府推動 CDM 計畫、城市再生能源推動計畫、推動生態運具、城市氣候變遷風險、地方政府夥伴計畫、及地方政府氣候策略等。

(四) 建議

一、落實部門溫室氣體減量績效

具體建議如下：

1. 及早落實部門盤查與自願性減量協議；
2. 定期檢視與落實能源部門現存措施減量績效，作為增訂強化措施的參考依據；
3. 推動部門節能減碳信用認可機制，提高節能減量誘因；
4. 連結能源效率管制與建築物租賃與買賣行為，提高與落實建築物節能誘因；
5. 推動運輸部門自願性節能協議、節能駕駛行為、以及轉乘大眾運輸運動，促進運輸部門節能潛力；
6. 制定長期與整合的政策推動架構，提高政策有效性；
7. 整合地方與中央溫室氣體減排政策與措施，提高減量政策的有效性。

二、加強溫室氣體脆弱性評估，及擬定有效調適政策

具體建議如下：

1. 加強自然資源與環境(包括水資源、糧食、生態、健康與居住等)脆弱性科學研究與衝擊評估；
2. 制定脆弱性指標，有效追蹤台灣自然資源與環境的脆弱度，提供施政參考；
3. 加強部門碳風險衝擊評估，並制定適當調適政策，提高產業調適能力。

三、建立有效經濟誘因政策工具

具體建議如下：

1. 及早規劃國內碳排放交易制度，落實溫室氣體減量成本有效性，維護產業競爭力；
2. 設立節能減碳基金，補助能源服務業(ESCO)工業製程與建築物節能活動，提高 ESCO 誘因；
3. 成立調適基金，考量將國內調適活動所需基金納入能源稅收入再利用項目中，促進調適能力的建立，亦即創造「調適紅利」。