

REDC-RES-097-022 (政策建議書)

我國節能減碳政策檢討與規劃

行政院研究發展考核委員會編印

中華民國 97 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本會意見)

REDC-RES-097-022 (政策建議書)

我國節能減碳政策檢討與規劃

受委託單位：財團法人國家政策研究基金會

研究主持人：黃鎮江

協同主持人：陳世圯

研究助理：胡思聰、唐慧琳

行政院研究發展考核委員會編印
中華民國 97 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本會意見)

提要

關鍵字：節能減碳、京都議定書、能源效率

一、研究緣起

我國有高達 98%能源自外國輸入，國際加劇的石油爭奪和京都議定書的規範都會嚴重影響台灣能源使用與穩定供應，以及民生與政經發展和國家安全，台灣雖然不是京都議定書簽署國，但是實有必要針對我國節能減碳政策進行全面檢討，以避免因減碳不力受到國際制裁而陷入能源危機。馬總統主張 CO₂ 排放量於 2050 年回到 2000 年排放量的 50%，作為新政府減碳目標，而達成此目標所採行的政策措施將對未來能源使用與產業發展產生相當大的影響，因此，有必要針對過去我國節能減碳政策績效進行實質檢討，並規劃出兼顧環保與經濟成長的節能減碳政策措施，同時提升全民減少使用碳基能源的意願，進而在能源、環境、經濟 3E 三贏的情況下，達成馬總統的節能減碳目標。

二、研究方法與過程

本研究藉由大量客觀數據分析與比較，檢視我國近 10 年溫室氣體減量政策與其成效，進行政策適宜性評估，藉以找出執行成效不佳之原因，並進一步回顧與分析先進國家，包括歐盟、德國、英國、美國、澳洲及日本等因應氣候變遷與能源政策發展脈絡與成功經驗；其次，再針對我國近 10 年來的政策方向、政策措施、及行動方案等進行評估，並根據跨政府氣候變遷小組第四次評估報告 (IPCC FAR) 所提建議，將關鍵部門溫室氣體減量技術與政策措施與現有節能減碳政策與技術簡化，並歸納提出立即可行之優先執行方案建議與中長程措施，以做為政府施政參考。

三、重要發現

根據本研究分析之重要發現如下：

我國過去 10 年節能減碳績效不彰：過去十幾年節能減碳議沸沸揚揚，也召開多次全國性會議，包括兩次全國能源會議、永續發展會議、經發會等，然而節能減碳績效卻是令人失望。過去 10 年我國由於能源消耗所產生的溫室氣體排放呈現線性遞增趨勢，年增率約 11 百萬公噸。其次，根據美國能源資訊管理局 EIA 的資料顯示，過去 10 年我國在能源密集度與碳密集度兩項節能減碳重要指標仍然處在增加階段，而目前世界各主要國包括美國、德國、英國、日本、韓國等能源密集度與碳密集度均已經進入實質減量階段。

我國過去 10 年節能減碳管考機制失靈：與世界主要國家相比較，我國執行節能減碳成效落後甚多。而根據兩次全國能源會議管考結論竟為「節能減碳政策已具初步成效」，充分顯示節能減碳管考機制失靈。

四、主要建議事項

針對新政府要在過去 10 年節能減碳績效不彰的情況下達成馬總統所訂定的二氧化碳減量目標，本研究提出「我國現階段部門採行技術與政策措施」與「我國節能減碳決策層級與法律位階提升」等兩項具體建議，內容敘述如下：

1. 我國現階段部門採行技術與政策措施建議：

能源部門優先推動措施

技術措施：

增加核電配比(機組)

提升(燃煤)發電效率

政策措施：

課徵能源稅：制定「能源稅條例」

獎勵綠色能源：通過「再生能源發展條例」

運輸部門優先推動措施

技術措施：

推動節/潔能運具

發展大眾運輸系統、強化運輸管理

政策措施：

提升車輛能耗標準：滾動式修定「能源管理法」

投資大眾運輸及規劃非機動車輛交通設施

住商部門優先推動措施

技術措施：

提升用電器具能耗標準

推動節能照明革命(LED)

政策措施：

提升家電耗能標準與標章：滾動式修定「能源管理法」

推動能源服務業(ESCO)：納入「能源管理法」修法

產業部門優先推動措施

技術措施：

提升製程技術效率(含電器與設備)

發展綠色能源產業

政策措施：

推動自願減量協議：通過「溫室氣體減量法」

推動碳權交易：通過「溫室氣體減量法」

2. 我國節能減碳決策層級與法律位階提升之建議：

➤ 成立「能源部」

整合行政院原子能委員會、經濟部能源局、國營事業委員會等能源主管單位，成立「能源部」。成立或整合統籌推動能源與溫室氣體減量部門乃各國因應後京都的與全球氣候變遷與能源短缺問題重要手段之一。摒棄過去無人負責的大拜拜式決策機制(全國能源會議)，成立權責相符的專業能源部門，我國才能夠在績效不彰的溫室氣體減量與低能源生產力中奮起而上。

➤ 制定「能源基本法」

具體建議在現行的能源單行法之上，制訂一部上位的「能源基本法」，藉以規畫國家能源與溫室氣體減量戰略，並規範能源綜合管理、能源使用與開發、市場競爭規則、環境保護，二氧化碳減量、社會公義、以及節能減碳科技發展等相關事項之法令。

目次

提 要.....	I
目 次.....	V
圖 次.....	VII
表 次.....	IX
第一章 緒論	1
第一節 背景	1
第二節 計畫源起	5
第三節 京都議定書對我國能源使用及產業發展之影響	10
第四節 研究內容	13
第五節 研究方法與架構	14
第六節 預期成果	15
第二章 國外推動節能減碳策略及成效比較研究	17
第一節 國外推動節能減碳政策成效之比較	17
第二節 主要國家能源部門節能減碳政策與具體措施	23
第三節 主要國家運輸部門節能減碳政策與具體措施	26
第四節 主要國家住商部門節能減碳政策與具體措施	29
第五節 主要國家產業部門節能減碳政策與具體措施	32
第三章 我國節能減碳政策成效檢討	35
第一節 我國歷年二氧化碳排放資料與能源需求	35
第二節 兩次全國能源會議內容與評估機制比較	39
第三節 我國過去 10 年節能減碳政策成效評估	41
第四節 我國現行節能減碳政策之檢討與建議	44
第四章 我國推動節能減碳政策規劃	61

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

第一節 從我國能源流圖談起	61
第二節 我國各部門優先採行技術與政策措施	62
第三節 我國能源部門建議優先採行技術措施	66
第四節 我國運輸部門建議優先採行技術措施	72
第五節 我國住商部門建議優先採行技術措施	78
第六節 我國產業部門建議優先採行技術措施	80
第七節 我國政府部門節能減碳政策所面臨之困境	82
第五章 結論與建議	89
第一節 部門優先採行技術與政措施具體建議	89
第二節 提升我國節能減碳決策層級與法律位階之具體建議	89
參考文獻	93
附錄一 IPCC(2007)建議關鍵行業減緩技術，政策和措施，制約因素 和機遇的實例	97
附錄二：初審意見表與回覆意見	100
附錄三：節能減碳政策規劃座談會邀請函暨會議紀錄	107

圖次

圖 1 全球年平均氣溫（黑點）及對應的線性擬合。左邊的坐標軸表示相對於 1961-1990 年平均的溫差，右邊的坐標軸表示估算的實際溫度。單位均是 °C。從 1850 年到 2005 年，全球溫度增加約 $0.76^{\circ}\text{C} \pm 0.19^{\circ}\text{C}$ 。	2
圖 2 全球人為溫室氣體排放情形，(A) 1970 年至 2004 年 5 期間全球人為溫室氣體年排放量，(B) 不同部門排放量占 2004 年總人為溫室氣體（CO ₂ 當量）排放佔比	3
圖 4 近十年我國人年均 CO ₂ 排放量全球排序變化情形，資料來源：美國能源資訊管理局 EIA	9
圖 5 我國 2005 年人年均 CO ₂ 排放量之排序情形，資料來源：美國能源資訊管理局 EIA.....	10
圖 6 本研究架構流程圖.....	16
圖 7 附件一國家 1990 年至 2006 年間 GHG 排放趨勢，資料來源 UNFCCC 2008	18
圖 8 附件一國家 1990 年至 2006 年間溫室氣體排放之增減量，資料來源：UNFCCC.....	19
圖 10 我國近 20 年內能源消費結構變化（按能源別）	37
圖 11 我國近 20 年內能源消費結構變化（按部門別）	38
圖 12 我國歷年(能源消耗)二氧化碳排放資料，資料來源：EIA	39
圖 13 我國與主要國家能源密集度(節能成效)發展趨勢之比較 (TONNE/US\$1000)（資料來源：美國能源資訊管理局 EIA）	43
圖 14 我國與主要國家碳密集度(減碳成效)發展趨勢之比較 (KGC02/US\$)（資料來源：美國能源資訊管理局 EIA）	44

圖 16 主要國家發電部門碳密集度之比較(不含輸電損失與部門自用)，資料來源：CARBON MONITORING FOR ACTION, 2007.....	67
圖 17 各類發電方式生命週期之 CO2 排放量，資料來源：東京電力公司 SUSTAINABILITY REPORT 2007	69
圖 18 2005 年主要國家能源部門能源耗能率比較(不含能源部門自用)，資料來源：IEA.....	70
圖 19 日本位於捷運站旁的自行車停車場.....	75

表 次

表 1 我國溫室氣體減量目標政策演進	5
表 2 主要國家能源政策與措施	22
表 3 兩次全國能源會議內容與評估機制比較	40
表 4 全國能源會議具體行動方案計畫目標 96 年度達成情形.....	41
表 5 我國節能減碳政策成效評估、檢討與建議	47
表 6 能源供應、轉換、消費之減碳方向與措施	62
表 7 IPCC 建議技術措施與我國優先採行技術措施之建議	64
表 8 IPCC 建議政策與我國優先採行政策措施之建議	65
表 9 主要國家電力碳密集度與核電佔比關係之比較，資料來源： CARBON MONITORING FOR ACTION, 2007.....	66
表 10 替代燃料/技術之減碳率（以汽油內燃機引擎為基準）	73
表 11 主要國家能源主管部門位階.....	83
表 12 我國現階段部門優先採行技術與政措施具體建議	90

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

第一章 緒論

第一節 背景

全球平均地表溫度一直在增加，特別是從 1950 年前後。根據聯合國氣候變化「政府間氣候變化研究小組 IPCC (International Panel on Climate Change)」第四次評估報告(FAR) [1]更新資料中顯示，在過去 100 年中，全球近 100 年來地表溫度的線性增加趨勢為 $0.074^{\circ}\text{C}/10$ 年（圖 1），而近 50 年的變暖率則高達 $0.13^{\circ}\text{C}/10$ 年，幾乎是近 100 年的兩倍。IPCC 的結論是：「自 20 世紀中葉以來，大部分已觀測到的全球平均溫度的升高很可能是由於觀測到的人為溫室氣體（anthropogenic greenhouse gases）濃度增加所導致的」。

IPCC統計資料進一步顯示，在1970-2004年間全球溫室氣體排放量增加了70%（圖2），其中最重要的人為溫室氣體CO₂在這段期間從210億噸增加到380億噸。而溫室氣體排放的最大增幅來自能源供應、交通運輸和工業，而住宅建築和商業建築、林業（包括毀林）以及農業等行業的溫室氣體排放則以較低的速率增加。這些人為活動不斷地大量排放二氧化碳，使得地球大氣中CO₂濃度已由工業化前的約280ppm增加到2005年的379ppm。根據1996年IPCC之預估，認為如果要在21世紀末將二氧化碳濃度穩定在工業革命前的兩倍（550ppm），則目前全球排放量必須削減一半。

為防制溫室氣體導致的溫室效應造成氣候變遷，聯合國於1992年通過「聯合國氣候變化綱要公約UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)」，對人為溫室氣體排放做出全球性管制目標協議，對溫室效應所形成的全球氣候暖化問題加以規範，然而簽約國普遍未認真執行公約減量目標，全球二氧化碳濃度仍在不斷上升，於是形成制定具有法律效力議定書的共識，也就是1997年12月在日本京都舉辦的「第三次締約國大會（COP3）」中所簽署的「京都議

定書」，共計規範了38個國家及歐盟，以個別或共同的方式控制人為排放之溫室氣體數量以期減少溫室效應對全球環境所造成的影響。根據聯合國氣候變化綱要公約2005年統計資料顯示，全球主要國家溫室氣體減量成效已經逐漸顯現。

我國雖然不是聯合國會員國，身為地球村的一員，面對全球暖化問題，自當不能置身事外。政府從1992年以來即密切注意聯合國氣候變化綱要公約的發展，不斷研擬相關政策之推動並提升組織層級，並於1998年所召開的全國能源會議中，研擬我國因應氣候變化綱要公約的策略，而政府各部門並依二氧化碳排放量配額擬定具體明確之減量時程及立即可行措施並據以推動，由此可見政府對聯合國氣候變化綱要公約重視之程度。

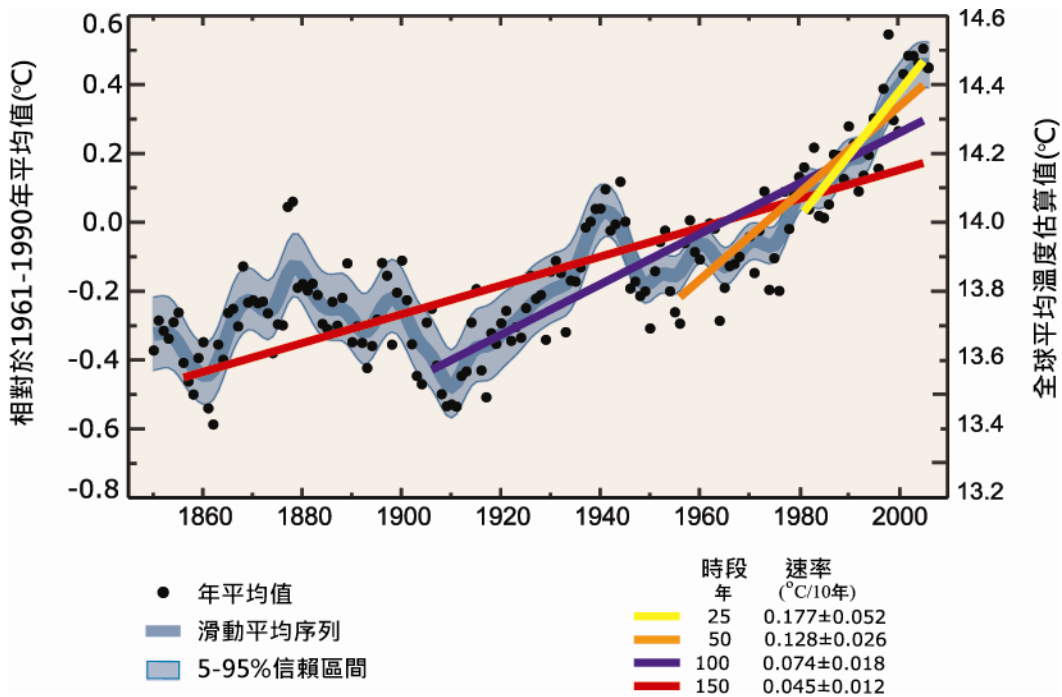


圖 1 全球年平均氣溫（黑點）及對應的線性擬合。左邊的坐標軸表示相對於 1961-1990 年平均的溫差，右邊的坐標軸表示估算的實際溫度。單位均是 °C。從 1850 年到 2005 年，全球溫度增加約 $0.76^{\circ}\text{C} \pm 0.19^{\circ}\text{C}$ 。

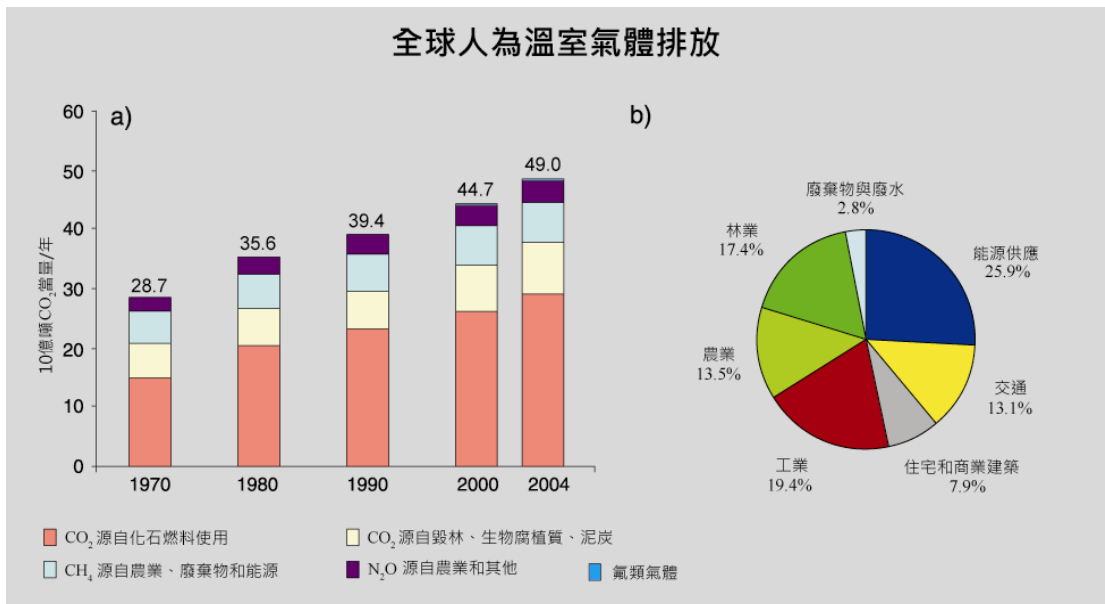


圖 2 全球人為溫室氣體排放情形，(a) 1970 年至 2004 年 5 期間全球人為溫室氣體年排放量，(b) 不同部門排放量占 2004 年總人為溫室氣體 (CO₂ 當量) 排放佔比

第二節 計畫源起

從前述背景分析，全球節能減碳的第一個重要的起點時間點是 11 年前（1997 年）京都議定書簽署時；第二個起點點則是 3 年前(2005 年)京都議定書生效時；而在這 11 年期間我國歷經了兩次政黨輪替，在民進黨執政期間，溫室氣體減量目標搖擺不定，影響了我國在溫室氣體減量的整體表現。

確立溫室氣體減量目標是制定節能減碳政策的基礎。表 1 整理了過去 10 年間我國溫室氣體減量目標制定演進。我國在 1998 年第一次全國能源會議中首度將溫室氣體減量目標納入政策中，亦即「在完成精確可靠的估算前，暫以 2020 年二氧化碳排放量降到 2000 年水準（2.23 億公噸或人均排放量 10 公噸）為參考值」。然而，2000 年首次政黨輪替後，民進黨政府認為欲達成上述減量目標有其困難，因此，上述溫室氣體減量目標並未予推動，而在 2005 年所召開的第二次全國能源會議中推翻了 1998 年全國能源會議的溫室氣體減量目標。隨後，在 2006 年所召開永續發展會議重新檢討二氧化碳減量目標，雖然提出了 5 項減量方案，後來仍然沒有達成共識。至此，我國溫室氣體減量目標懸而未決，相關節能減碳政策與措施當然無法落實，以致減碳績效一直滑落，即便至今與開發中國家和地區比較也相對落後。

表 1 我國溫室氣體減量目標政策演進

年度	決策機制	溫室氣體減量目標
1998	第一次全國能源會議	2020 年回到 2000 年排放量。
2005	第二次全國能源會議	檢討第一次全國能源會議減量目標。 部分與會者建議採用與 OECD 國家相同排放水準的相對目標。 訂定各部會減量額度。

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

		未達共識。
2006	國家永續發展會議	未達共識。 列出 5 項方案提請行政院裁示減量目標。
2007	行政院能源政策及科技發展指導小組會議	2025 年回到 2000 年排放量。
2008	永續能源政策綱領	2016~2020 年回到 2008 年排放量。 2025 年回到 2000 年排放量。
2008	馬蕭節能減碳政策	近程：2016~2020 年回到 2008 年排放量。 中程：2025 年回到 2000 年排放量。 長程：2050 年回到 2000 年排放量的 50%。
<p>2000 年，我國人年均排放量 11.20 公噸 CO₂/人，總量 248.54 百萬公噸 (EIA)</p> <p>2005 年，我國人年均排放量</p> <p>EIA，12.53 公噸 CO₂/人，總量 284.40 百萬公噸。</p> <p>IEA，11.41 公噸 CO₂/人，總量 261.28 百萬公噸。</p> <p>2005 年，OECD 人年均排放量 11.02 公噸 CO₂/人 (IEA)。</p> <p>EIA：美國能源資訊管理局，Energy Information Administration(USA)</p> <p>IEA：國際能源總署，International Energy Agency (OECD)</p>		

根據美國能源資訊管理局 EIA (Energy Information Administration) [2] 的歷年資料顯示，我國過去幾年二氧化碳排放量不降反升，如圖 3 所示，從 1999 年政黨輪替前的人年均排放 10.04 公噸提升到 2005 年的 12.53 公噸，而 CO₂ 人年均排放量的排名也從全世界 34 名升高到 24 名，如圖 4 所示，2005 年的 CO₂ 排放量甚至比 OECD 國家平均值和鄰近的韓國都來的高（圖 5）。

一直到了 2007 年，行政院能源政策及科技發展指導小組會議具體建議我國溫室氣體減量目標「2025 年降至 2000 年排放水準」，並經由行政院拍板定案。後來，馬總統在競選期間答覆科普雜誌「科學人」之科技政策提問時，更進一步提出了我國二氧化碳排放減量之短、中、長期目標：

短期目標：2016 至 2020 年回到 2008 年排放量。

中程目標：2025 年回到 2000 年排放量。

長期目標：2050 年回到 2000 年排放量的 50%。

新政府上任後，行政院劉兆玄院長隨即在 2008 年 6 月份所提出的永續能源政策綱領進一步確認了馬總統的溫室氣體減量的短程與中程目標。自此，我國溫室氣體減量政策目標才大致底定。

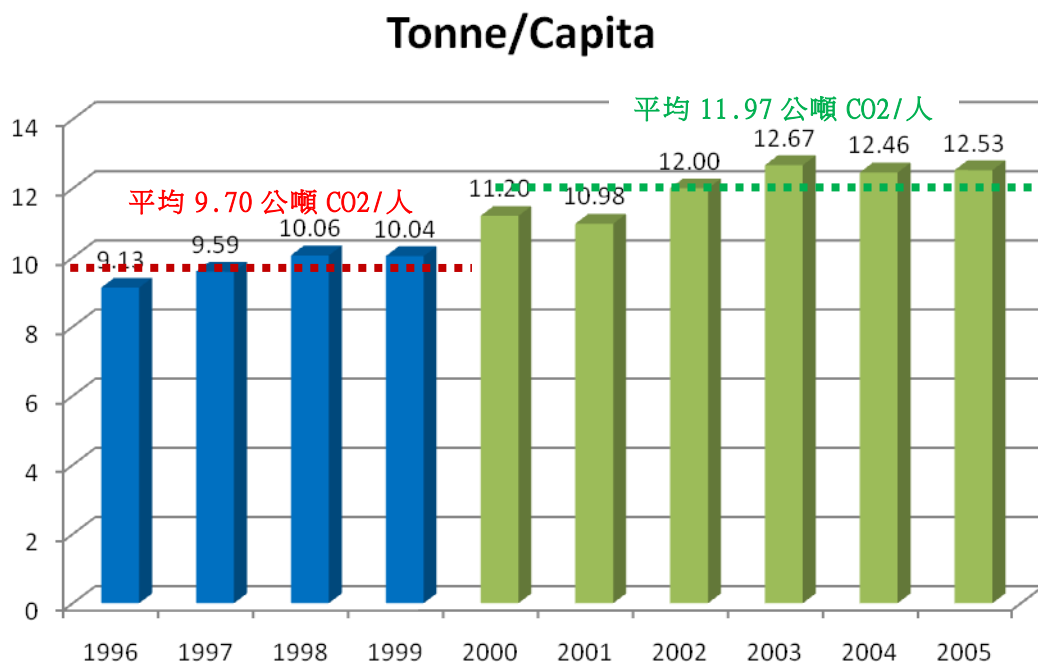


圖3 近十年我國人年均CO2排放量變化情形，資料來源：美國能源資

訊管理局EIA

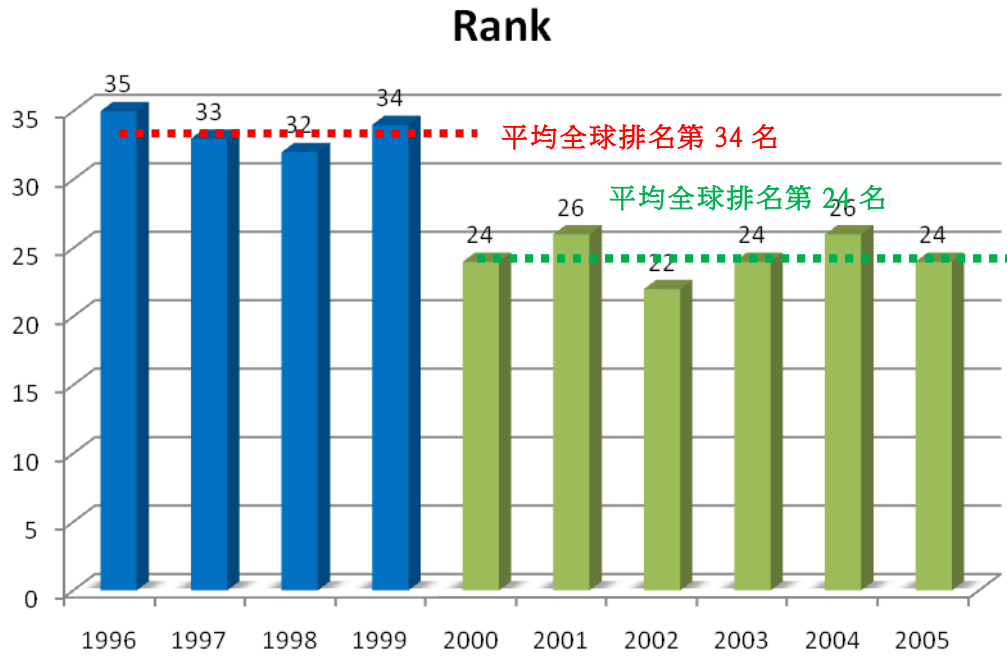


圖 4 近十年我國人年均 CO2 排放量全球排序變化情形，資料來源：美國能源資訊管理局 EIA

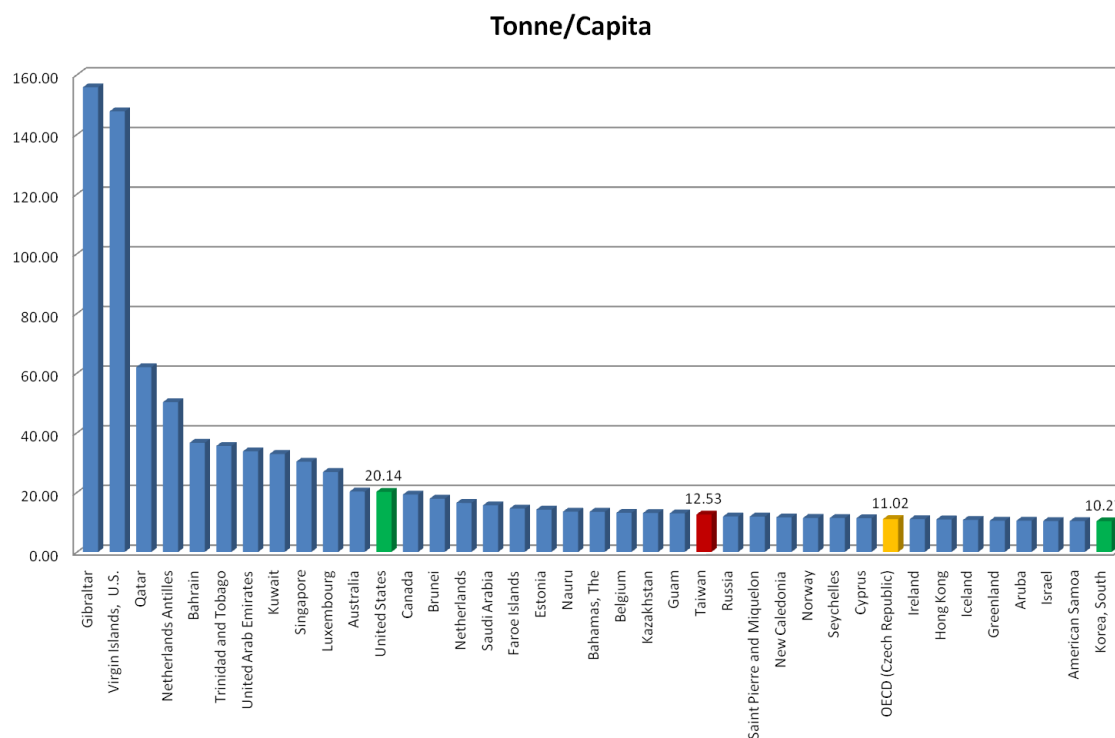


圖 5 我國 2005 年人年均 CO2 排放量之排序情形，資料來源：美國能源資訊管理局 EIA

第三節 京都議定書對我國能源使用及產業發展之影響

京都議定書於 2005 年 2 月 16 日正式生效後，全球因應氣候變遷已經邁入新紀元。依據京都議定書第三條規定，2005 年應開始審議第二階段的減量承諾，特別是非附件一國家¹的減量責任。

¹ 1997年通過的京都議定書，要求各國對溫室氣體排放量做出具體減量承諾。議定書全文共有28條及兩個附件，其中附件一規範了39個先進國家，包括OECD（墨西哥

我國雖非京都議定書簽約國，然而從蒙特羅議定書禁用氯氟碳化物的先例來看，我國極有可能會受到某種程度之規範。京都議定書雖無貿易等制裁之規定，但根據世貿組織(WTO)有關貿易障礙的規定，對環保有例外條款，也就是基於環保考慮，可對進出口品課徵環保稅。據此，歐盟已發布的環保三指令²，除了規定電器電子產品回收及禁止使用有毒物質（如鉛、鎘及汞）之外，也要求能源使用產品需滿足生態設計（EUP）的要求，否則可限制其進口。

我國二氧化碳總排放量佔全世界 1% 左右，根據不同數據來源，例如 IEA 或者 EIA 等，近幾年的全球排名總在 20 名左右，而人均排放量更是全球平值的 2.5 倍，已超過英國、德國、法國、日本與韓國，並緊跟在澳洲、美國與加拿大這三大耗能國的後面。與國際比較顯示，台灣的能源生產力比歐盟及日本分別只有將近一半與 1/3 左右。因此，依照目前台灣的耗能狀況，產業的確有面臨國際（特別是歐盟）貿易制裁的風險。2006 年，台灣的出口及進口分別占 GDP 比率達 58.93% 及 53.48%，而歐盟約佔台灣出口及進口總額的 11.7% 及

除外），歐盟、前蘇聯及東歐國家、摩洛哥與列支敦斯登等國的溫室氣體排放減量目標與時程表。啟動京都議定書有兩個先決條件，第一，認可議定書的簽約國需達 55 個，第二，則是認可國家中的「附件一國家」1990 年二氧化碳排放量，須至少佔全體「附件一國家」當年排放量之 55%，則議定書於 90 天後開始生效。上述兩條件於 2004 年底達成，因此，京都議定書於 2005 年 2 月 16 日正式生效。

² WEEE（廢電機電子設備指令，Waste Electrical and Electronic Equipment）、RoHS（電機電子設備限用有害物質指令，the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment）與 EuP（耗能產品綠色設計指令，Eco-design requirement for Energy Using Product）

10.6%。如果出口因能源使用而若受歐盟等工業國家的貿易制裁，台灣經濟勢必遭受重大打擊。

我國年平均經濟成長率雖然已由 1996-1999 的 5.40%降為 1999-2006 年的 3.8%，然而，CO₂ 排放的年平均成長率卻高於經濟成長率，且居高不下。分析 CO₂ 增幅擴大的原因主要為能源結構與能源效率兩項因素。

在能源結構方面，含碳量高的煤炭佔能源供給的比重由 1997 年的 24.5%大幅增加為 2007 年的 32.1%。而石油的能源供給佔比也居高不下，一直維持在 50%以上；含碳量低甚至不排放二氧化碳的核電則分別由 20.9%降低為 7.9%。

在能源生產力方面，我國在 1996-2006 年間，能源生產力不昇反降，降幅高達 2.6%。主要原因有二，一是能源密集產業佔全國能源消費比重由 1996 年的 31.8%大幅提高到 2006 年的 35.9%。

目前我國不只經濟發展不如理想，環境保護方面也令人失望。若國際要求台灣達到溫室氣體減量的要求，則台灣將面臨在短期內大幅降低溫室氣體排放的壓力，可以預期的是整體產業物價必然上漲，而相對經濟成長率則將減少，對台灣經濟的影響將極為嚴重。

國際間目前努力控制 CO₂ 濃度的重要指標是在二十一世紀內不超過工業革命前的兩倍，即 550 ppm 左右。欲達到此目標全世界人均排放量應於 2050 年前減至每年 5 公噸左右，大約是我國 2000 年的人均排放量之半，對我國政府與人民而言這是一件非常艱困的工作。

基於此，我國首要工作即是深入檢討近年來我國節能減碳相關政策成效，並擷取先進國家之成功經驗，作為未來政策擬定參考之依據。過去 10 年間，我國已召開過兩次全國能源會議，並提出以提升能源效率為主的許多政策與行動方案，期望達到節能減碳之目標，然而，執行成效卻不如預期。面對溫室氣體排放帶來之環境壓力逐年遞增，新政府必須更積極的提出有效對策，才能夠在前政府節能減碳績效不彰

的廢墟中重建，以達成馬總統所宣示的溫室氣體減量目標。

第四節 研究內容

由於本研究的主題是節能減碳，因此所探討的溫室氣體減量內容將以能源政策為主，至於京都機制的廢棄物以及土地利用與土地利用改變與林業 LULUCF(land use、land use change and forest)對溫室氣體減量之影響則不在本研究的探討範圍之內。

歷經了兩次全國能源會議後，我國並不缺乏節能減碳政策與相關行動方案，所欠缺的是這些政策與行動方案的落實與否的詳實評估，以及評估後的政策檢討與修正工作。因此，本研究將以兩次全國能源會議結論以及永續能源政策綱領為依據，提出充分詳實數據，進行比較分析與檢討，並根據 IPCC FAR [1]建議關鍵部門溫室氣體減量之技術與政策措施，將現有節能減碳政策與技術簡化並歸納出立即可行與中長程措施，並提出優先執行方案建議，以作為政府施政參考。

本研究之工作重點在於進行我國過去節能減碳政策之總檢討，並參照國內外已證明實際可行之措施與成功經驗，然後再從現行政策中歸納可行之方案，至於個別技術措施或政策工具對節能減碳之影響分析，例如，「不同能源價格管制政策等政策工具對節能減碳效益之評估與因應措施」、「能源使用效率的提高與節約能源政策的關係」、「核電機組之環境影響評估與節能減碳效益進估」等基礎性與個別性的專門議題，將不在本研究中進行實質討論。

基本上，除了政府組織架構改造之外，本研究將不擬提出全國能源會議結論以及永續能源政策綱領以外的新的能源政策與措施。

本研究計畫具體研究內容如下：

(一)檢視我國近 10 年節能減碳相關政策與措施及執行成效，並研析影響執行成效之因素

1. 藉由充分與詳實之數據分析檢討兩次全國能源會議之

目標與執行成效；

2. 檢討近 10 年來整體因應政策與架構、能源政策與能源結構調整、能源效率提升與能源科技發展，及能源效率提升與能源科技發展之執行成效。

(二)研析先進國家節能減碳政策與具體措施

1. 分析與掌握節能減碳成效績優或政策積極國家之經驗，包括德國、英國、日本、韓國、美國，及歐盟等國家近年來節能減碳執行成效；
2. 分析重點在於所推動之政策與執行方案等。

(三)研提未來國家因應策略

1. 參酌國際成功經驗並修訂國內過去推動不力之策略，研提我國整體因應策略；
2. 參酌國際成功部門節能減碳策略，研提我國部門因應策略。

第五節 研究方法與架構

本研究計畫目標主要檢視台灣近 10 年溫室氣體減量政策與其成效，從中找出成效不佳之原因，再參考國外先進國家成功經驗，研擬適合我國國情的因應策略。因此，本研究首先將針對國際先進國家，包括歐盟、德國、英國、美國、澳洲及日本等，回顧與分析近 10 年來的氣候政策發展脈絡，掌握先進國家成功之經驗，以及潛在困境。其次，再針對我國近 10 年來的政策方向(policy framework)、政策措施(measure)及行動方案(action plan)等進行評估，再參考先進國家經驗與我國國情，提出政策修訂之建議。本研究架構流程如圖 4 所示。

第六節 預期成果

透過本研究計畫，預期可以獲得如下之成效：

- 藉由大量客觀數據分析與比對，進行政策適宜性評估，可以瞭解我國近 10 年來擬定之整體與部門溫室氣體減量策略方向是否適宜(亦即是否符合國情與國家責任)以及找出執行成效不佳之原因；
- 比較分析近 10 年來國際先進國家及與我國社會經濟發展相當國家之減量策略及減量成效之經驗；
- 客觀瞭解台灣因應溫室氣體減量政策與國際先進國家接軌度，作為政策修訂之參考；
- 研提整體及部門因應策略之修正方向以及未來具體推動策略，提供各部門因應策略修改之參考，以及未來全國能源會議擘劃我國因應策略願景之參考；
- 提供經濟評估模型建構所需之參數以及協助模型選擇適當政策評估議題，提高模型評估有效性及政策參考價值。

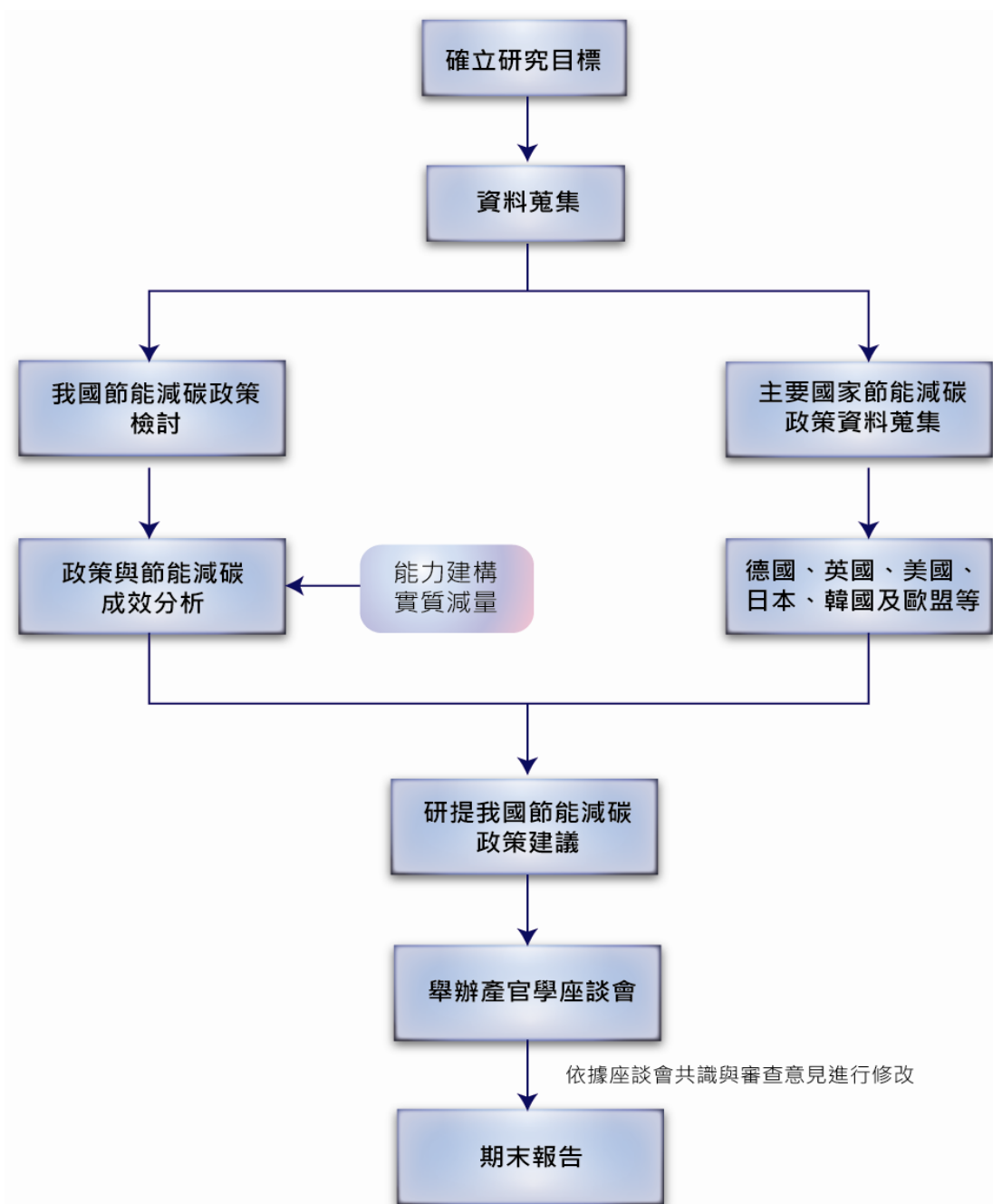


圖 6 本研究架構流程圖

第二章 國外推動節能減碳策略及成效比較研究

本章主要目的就是要蒐集與分析主要國家最新節能減碳政策與措施，並進行成效之比較，以作為研擬我國國家與部門節能減碳政策與措施之參考。

第一節 國外推動節能減碳政策成效之比較

圖 7 為聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 2008 年所統計的京都議定書附件一國家之溫室氣體減量趨勢圖(不含 LULUCF 排放)。中間綠色曲線為整體附件一國家的溫室氣體 (Greenhouse Gas, GHG) 排放趨勢，下方藍色曲線則為附件一國家中的經濟轉型國家 (economy in transition, EIT) 的 GHG 排放趨勢，上方粉紅色曲線則是非經濟轉型 non-EIT 的已開發國家 GHG 排放趨勢。資料顯示，1990 年至 2006 年間，經濟轉型國家 EIT 溫室氣體減量達 37%，而非經濟轉型 non-EIT 國家的溫室氣體排放則增加了 9.9%；整體而言，附件一國家 1990-2006 年間，溫室氣體排放量降低了 4.7%，這個結果已經相當接近京都議定書降低 5.2% 之目標量。

從圖 7 的數據中可以進一步看出，雖然不包括經濟轉型國家之附件一國家(Annex I Non-EIT)的溫室氣體增幅已趨緩和，甚至從 2004 年起已開始微幅下降，然而，經濟轉型國家 EIT 因為經濟起飛的緣故，從 2000 年起 GHG 排放已不再下降而是呈現明顯增加趨勢，而且，增幅有逐漸擴大的趨勢。這是全球 GHG 減量的一項警訊。

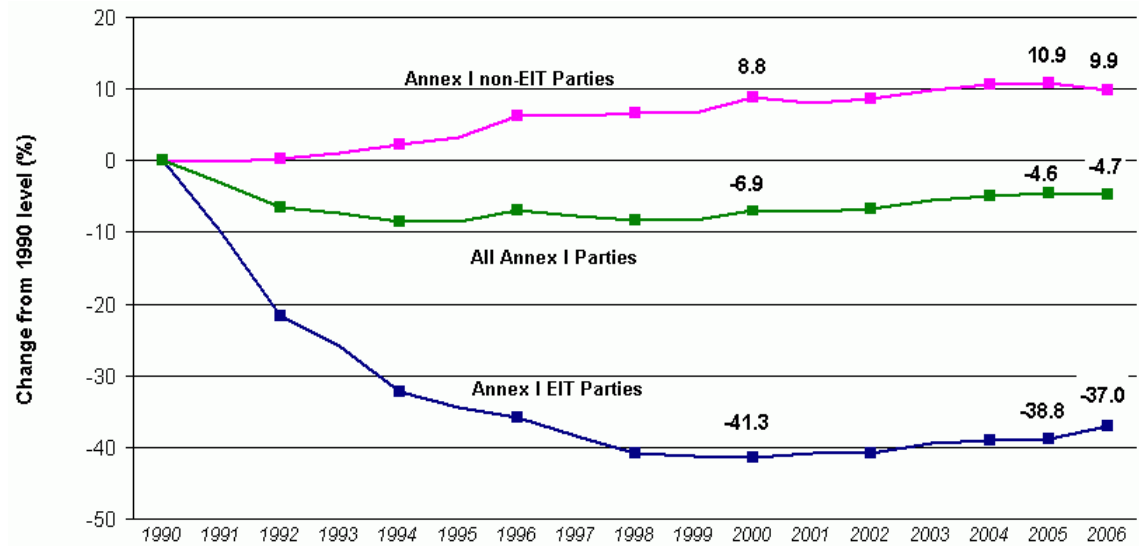


圖 7 附件一國家 1990 年至 2006 年間 GHG 排放趨勢，資料來源 UNFCCC 2008

圖 8 為附件一國家 1990-2006 年間溫室氣體排放之增減量，從圖中可以看出，位於圖下方的 GHG 顯著減量國家大多屬與東歐或經濟轉型 EIT 國家，例如拉脫維亞減(-56.1%)、烏克蘭(-51.9)、波瀾(-28.9)等；而位於圖上方的 GHG 顯著增量的國家中，有一大部分是已開發國家，例如，芬蘭(+13.2)、美國(+14.4)、加拿大(+21.7)、紐西蘭(+26.7)、西班牙(+50.6%)。

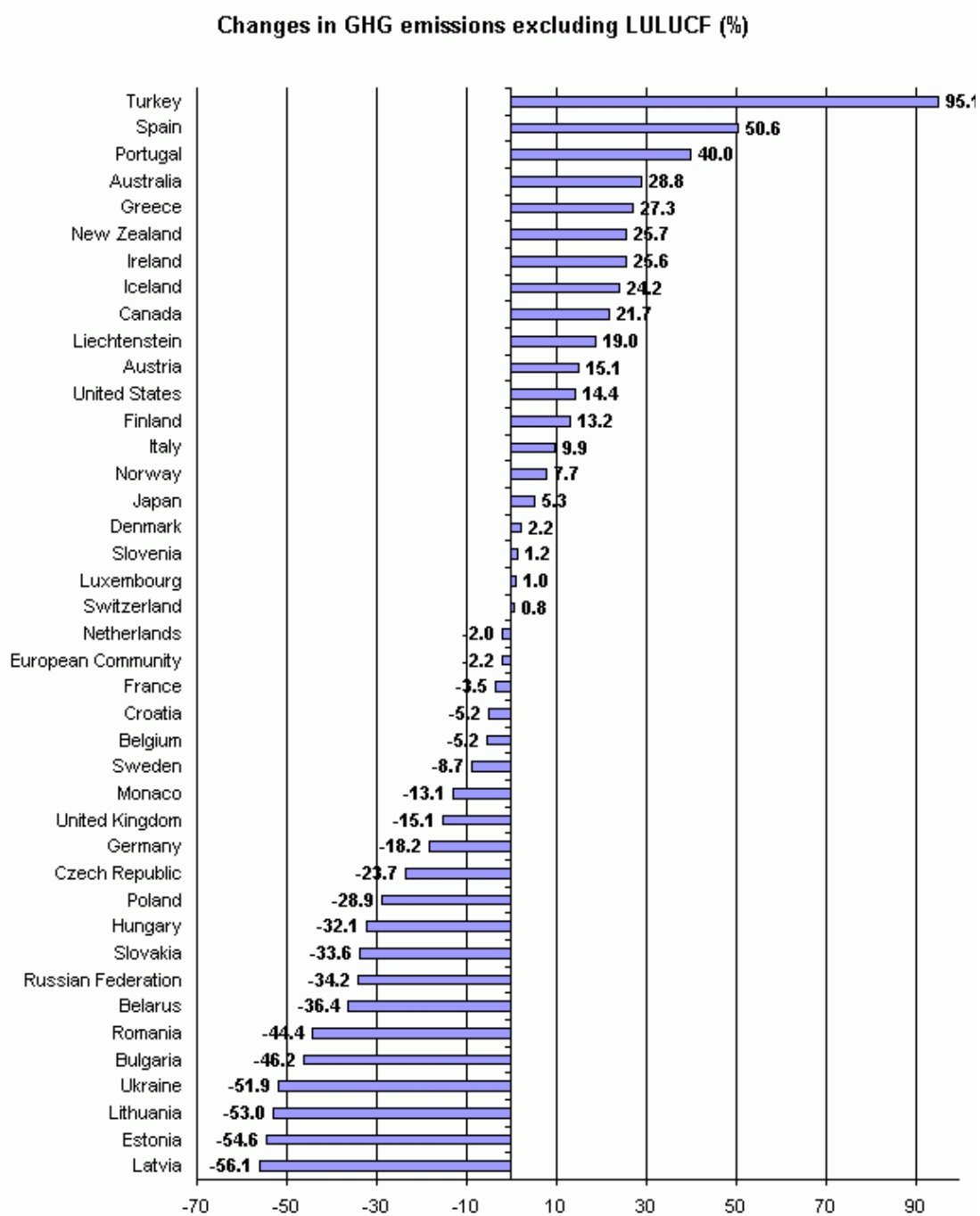


圖 8 附件一國家 1990 年至 2006 年間溫室氣體排放之增減量，資料來源：UNFCCC

原歐盟 15 國中，截至 2006 年溫室氣體排放實質減量者，只有德國(-18.2%)、英國(-15.1%)、瑞典(-8.7%)、比利時(-5.2%)、法國(-3.5%)、荷蘭(-2.0%)等 6 個國家，而以德國與英國表現最為傑出，德國溫室氣體排放量比起 1990 年降低 18.2%，而英國的 GHG(溫室氣體)減量也達到了 15.1%，而整體歐盟則是降低了 2.2%，距離 8% 減量目標還有一段距離。英國、德國先期以各部門的溫室氣體減量為原則，包含各種經濟手段、自願性減量及其他政策工具；近年來則轉以提升能源使用效率及替代能源科技發展為主要考量。

截至 2006 年，美國 GHG (溫室氣體) 排放量增加了 14.4%。布希政府過去極力避免因推動溫室氣體減量而對國內經濟產生之衝擊，減量策略均集中於自願性方案的推動上。但美國政府仍進行相當規模的努力，如挹注聯邦政府預算在減低溫室氣體排放之相關活動，金額高達 45 億美元，提供經費協助企業自願性減量工作、促進節能計畫、確保美國參與 UNFCCC 的各項活動、協助開發中國家進行減量工作、與協助美國企業出口潔淨能源的技術到開發中國家等。美國 2009 年政黨輪替後，普遍認為歐巴馬新政府對溫室氣體減量的關注程度將遠高於布希政府，況且美國積極投入科技研發與科學性研究的減量潛力不容忽視，因此，美國整體國家的減量制度設計與政策措施，亦值得我國參考。

亞洲的日本亦是另一個減量措施積極的國家，於 1998 年設立地球溫暖化對策推動本部，並制定「地球溫暖化對策推進大綱」。它與台灣相似，具高度的能源依賴度。日本產業部門的 CO₂ 排放減量管理相當具有成效，但由於民生與運輸部門的排放量激增，致近年日本的溫室氣體排放總量不減反增。即便如此，日本的能源密集度與碳密集度等重要節能減碳指標原本就已低於歐美各國，能源使用效率已達世界最高水準，進一步追求節能與 CO₂ 排放減量有相當的困難度。2006 年日本的排放量仍較 1990 年成長 6.3%，日本政府為達到京都減量目標，除繼續執行原先擬訂的各種對策外，又採取了一些追加的減量對策，例如提供節能設備投資補助、實施工廠總盤查制度、開發及

普及家庭用能源管理制度、強化新能源對策等，並於 2007 年提出最新的減量政策與措施 **Kyoto Protocol Target Achievement Plan 2**，亦值得我國參考。

澳洲政府強調減量措施以不傷害經濟發展及生活品質為先決條件。澳洲在制定與推動溫室氣體減量政策與措施時，係由新成立的全國溫室氣體管理機構「澳洲溫室氣體辦公室」來統籌規劃管理，以強化政策整合性與一致性，並提高政策的有效性、避免各部會間協調困難。除各部門的排放減量政策外，澳洲政府鼓勵產業積極進行造林或減少森林砍伐，以增加碳固化的數量來抵減能源產業必要排放之增長，如此可避免產業與經濟發展的限制。另外，澳洲的核能政策在放棄核能發電 50 年後，至今民意已轉向支持。

表 2 主要國家能源政策與措施

國家	法律/政策		Ref.
	中文	英文/原文	
美國	2002年氫燃料倡議	Energy Policy Act of 2005	[3]
	2003年未來電力計畫	Advanced Energy Initiative	[4]
	2005年能源政策法	Hydrogen Fuel Initiative	[5]
	2006年先進能源倡議	FutureGen	[6]
	2007年再生燃料計畫	Renewable Fuel Program (or Renewable Fuel Standard)	[7]
歐盟	歐洲策略性能源技術計畫	European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)	[8]
英國	2007年能源白皮書	A White Paper on Energy	[9]
德國	投資未來計畫	Investing in the Future Programme (Zukunfts -Investitions- Programm, ZIP)	[10]
	支持使用再生能源措施方針	Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien	[11]
	再生能源法	Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG)	[12]
	市場激勵計畫	Market Stimulation Programme (Marktanreizprogramm)	[13]
日本	導入地方性新能源促進計畫	Promotion for the Local Introduction of New Energy	[14]
	能源使用合理化法律(節約能源法)	Law on Promoting New Energy Use	[15]
	氫能車示範計畫	Japan Hydrogen and Fuel Cell Demonstration Project	[16]
韓國	新能源與再生能源發展使用與宣導促進法	The Promotional Law of New and Renewable Energy Development, Use and Dissemination	[17]
	邁向2010韓國能源政策發展策略與願景	Vision and Development Strategies for Korea' s Energy Policy toward 2010	[18]

表 2 歸納了包括歐盟、德國、英國、美國與日本等附件一國家，以及鄰近的韓國最新節能減碳政策與措施，這些政策包括美國的 2002 年氫燃料倡議、2003 年未來電力計畫、2005 年能源政策法、2006 年先進能源倡議、2007 再生燃料法；日本的導入地方性新能源促進計畫、能源使用合理化法、氫能車示範計畫；英國的 2007 年能源白皮書；德國的投資未來計畫、支持使用再生能源措施方針、再生能源法、市場激勵計畫；韓國的新能源與再生能源發展使用與宣導促進法、邁向 2010 韓國能源政策發展策略與願景；歐盟的歐洲策略性能源技術計畫等。

第二節 主要國家能源部門節能減碳政策與具體措施

美國

2002 年氫燃料倡議

- 獎勵氫能研究，可利用再生性資源、礦物燃料和核原料等多種國內資源轉換氫能，降低進口能源依賴。

2003 年未來電力計畫

- 投資設置零排放燃煤電廠，並發展氫能發電專案。

2005 年能源政策法

- 要求聯邦政府採購再生能源電力；獎勵在聯邦及印第安保護區進行生質能電力及熱能利用，並改善生質能發電技術(第二章)。
- 支持民間部門於氫燃料及燃料電池的發展，包括：氫燃料生產、儲存、配送及使用、運輸用燃料電池及固定式燃料電池(第八章)。
- 加強再生能源的發展，包括：生質能、太陽能、海洋能源及氫能源(第九章)。
- 延長及修訂提供再生電力 10 年發電獎勵，適用於運轉中的合格再

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

生電力設備(包括風力發電、封閉與開放式生質能發電、地熱發電、沼氣發電、垃圾發電及灌溉發電)，惟不適用於目前運轉中的太陽能及潔煤發電(第十三章)。

- 小型農業生質柴油及乙醇生產業者之優惠方案：每年農業生質柴油產量未超過 60 百萬加侖之生產者，每生產 15 百萬加侖可獲得每加侖 10 美分的補助款，此法自頒佈日起生效至 2008 年 12 月 31 日止；至於生產 30 至 60 百萬加侖乙醇之小型業者之稅賦優惠自頒佈日起生效(第十三章)。
- 2012 年前，每年再生燃料摻配於運輸燃料量須達 75 億加侖(第十五章)。

2006 年先進能源倡議

- 提出陽光美洲倡議，2007 年編列 1 億 4800 萬美元預算，加速先進 PV 材料的開發，以便將陽光直接轉變成電力，其目標為 2015 年可以製造出在成本上可與其它再生電力競爭的太陽能 PV 裝置。
- 提供替代能源加油站裝置每年高達 30,000 美元的 30% 稅金抵免。需設置更多的「E85」(85%乙醇)公設加油站以提高再生燃料的需求。
- 以乙醇作為車用燃料，每加侖可減免 0.51 美元加值營業稅。

歐盟

歐洲策略性能源技術計畫

- 發展生質燃料、離岸風力、太陽光電、清能技術，以替代化石燃料。

英國

2007 年能源白皮書

- 計畫於 2008-2009 年推動再生運輸燃料義務制度，以促進再生燃料在運輸部門之利用，並透過運具之改良，以提升能源使用效率。
- 強化再生能源義務機制(Renewables Obligation Plan)，透過優惠電價及研發獎勵，使 2010 年再生能源發電量要占總發電量之 10%，2020 年則倍增至 20%。

德國

投資未來計畫

- 獎助燃料電池(發電站用或車用)、替代車輛之發展(高效率電池)及再生燃料的生產(如氫、甲醛)、地熱能、離岸風力、既有建築物之翻新以強化能源效率等相關研究所需研究基金。

支持使用再生能源措施方針

- 利用生態稅減免的財政措施，目前執行以太陽能集電器(solar collector)申請案件最多。
- 對大型再生能源計畫進行低利融資，主要項目為沼氣，生質能電廠。

日本

導入地方性新能源促進計畫

- 以 2030 年為目標年建構氫能社會，推動重心為開發生產燃料電池汽車與固定式燃料電池，在 2020 年目標值是燃料電池汽車 500 萬部，固定式燃料電池 1,000 萬瓩。
- 積極導入再生能源，計畫 2030 年再生能源占初級能源供給 3%，估計供給量為 1910 萬公秉油當量。
- 2010 年計畫發電 12,320 千瓩，產生熱能 10,720 萬公秉油當量。

能源使用合理化法

- 提高石油精煉、煉油觸媒及煉油廠營運技術，以改善能源使用效率。

韓國

新能源與再生能源發展使用與宣導促進法

- 設置再生能源研究發展基金，支持重點再生能源之發展。
- 系統化與集中化發展再生能源科技。
- 建立「再生能源設備的認證系統」、「再生能源績效提升中心」及「綜合計畫示範」。

邁向 2010 韓國能源政策發展策略與願景

- 制定「再生能源發電標準費率」，鼓勵新及再生能源（New and Renewable Energy, NRE）之使用，其額外增加的成本，將由政府來補貼。

第三節 主要國家運輸部門節能減碳政策與具體措施

美國

2005 年能源政策法

- 鼓勵使用自行車代替其他交通工具以達節能成效(第七章)。
- 鼓勵聯邦政府及工業界提高飛機、火車燃油效率及促進環保的研究。生質柴油與燃料酒精給予每加侖 10% 租稅抵減，生質柴油得補貼上限為 15 百萬加侖，燃料酒精的上限為 30-60 百萬加侖；裝

置潔淨燃料加油設備補貼 30%費用(第七章)。

- 2006~2010 年，提供六百萬美元，供運輸部制定聯邦運具燃料效率標準(第七章、第十五章)。
- 推廣使用雙燃料的交通工具，針對使用替代燃料之中、重型交通工具者提供優惠，針對購買及使用複合式交通工具者及投資替代燃料基礎建設者提供優惠方案，通過 2 億美元之先進交通工具計畫，提倡使用具替代燃料、燃料電池、複合式及低硫柴油的交通工具。購買替代燃料、與燃料電池、及混合車輛可獲得 250-3400 美元/輛所得稅減免(依據效率與重量決定補貼額)(第七章、十三章)。
- 獎助民間企業發展使用氫能及燃料電池運具，計畫 2015 年之前商業化量產(第八章)。

2006 年先進能源倡議

- 提供資助進行混合動力技術(汽油-電力和柴油-電力)和輕質材料技術研究專案。
- 提高小貨車與休旅車之耗能標準，將現行 2007 年車款的標準由 20.7 英里/加侖提升至 22.2 英里/加侖。
- 建議國會立法通過將潔淨車輛每部車的稅金優惠提高至 3,400 美元，以鼓勵購買油電混合環保車輛及潔淨柴油車。

2007 再生燃料法

- 自 2010 年起，每年由能源部長公告當年汽車平均油耗值標準，該標準值應為最高可行的平均油耗標準值。到 2020 年時，美國汽車最低油耗標準必須達到 35 英里/加侖（約為 14.88 km/L）。
- 授權能源、交通及環保部長制訂商用中型或重型公路車輛耗油標準。

歐盟

歐盟汽車燃料能耗標準

2012 年後汽車 CO2 排放量應低於 100 公克/公里。

日本

能源使用合理化法

- 引進汽車燃料效率標竿制度，以提高汽車燃料效率，並於 2004 年將該制度由小型自用車定義擴大至 2.5 公噸以上之貨車及 11 人座之中型車。
- 積極改進交通物流，鼓勵使用大眾運輸系統，在重要交通區域採用交通需量管理系統 (Traffic Demand Management System, TDMS)，並開發智慧化交通系統(Intelligent Transportation System, ITS) 以利改進交通阻塞，改進交通運輸能源效率。
- 鼓勵設置汽車停車待轉時間自動將引擎關機減少汽油消耗，並於 2004 年由警察總署、經濟產業省、國土交通省、環境省合作推動普及化促進會。
- 提供租稅優惠與低利貸款，鼓勵引進使用高效率混合引擎汽車。

氫能車示範計畫

- 政府與車廠簽約租用氫燃料電池車，做為公務車使用，以導入先期市場。氫氣車是以氫氣為動力，車輛行駛不但不會排放二氧化碳，也可以天然瓦斯及生質能源為燃料，有益減低日本對石油依賴，落實抗暖化的政策。

韓國

汽車星期制

- 於首爾試辦汽車星期制，開車族從週一到週五，自願選擇 1 天不開車，都可享有免費車檢、在居住地有優先停車權，以及在公有停車場停車費減少 20% 等優惠。

第四節 主要國家住商部門節能減碳政策與具體措施

美國

2005 年能源政策法

- 建立大樓能源使用效率標準(第一章)。
- 建立電器產品節能的標準，適用項目包括商用電冰箱、冷藏室、充電器、配電變壓器、商用洗衣機、除濕機、商用製冰機、商用空調及熱能設備。未來 5 年內提供 2.5 億美元以補貼民眾購買高效能的電器產品(第一章)。
- 裝置燃料電池及太陽能發電給予 30% 價格補貼；達到綠建築標準可獲得 1.8 美元/平方英尺補貼(第一章)
- 能源效率窗戶、隔熱材料、門面、屋頂及冷(熱)氣設備等租稅抵減，最高可獲得 500 美元租稅抵減；太陽能光電板及熱水器可補貼 30% 費用(第一章)。

消費性產品節能計畫

- 能源效率管理採用強制性申報制度，業者可以依據能源部規定的抽樣程序及測試程序檢測自己的產品(照明產品需由指定實驗室測試)，並將測試報告(Certification report)及符合性聲明書(Compliance statement)提送能源部審查

英國

2007 年能源白皮書

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

- 制定永續住宅規範(Code for Sustainable Homes)，新建公共建築皆須符合該法第三級之標準。
- 推動建築能源效率認證(Energy Performance Certificate)，該證明書除顯示建物之能源效率外，亦將附帶可採行節能措施之說明。未來建物之興建、租售、抵押等行為，皆需檢附能源效率證明方可進行。
- 計畫於未來 10 年內全面換裝自動化電表，以使消費者可即時取得用電資料，使消費者掌握其每日活動所排放 CO₂ 數量，以增強其節約能源誘因。
- 計畫於 2016 年推動無碳建築之立法，該法令將要求新建物採用市場可行之最佳節能技術。
- 企業降低能源投入成本，提高其產業競爭力。

歐盟

歐盟耗能產品環保設計指令

- 考慮產品的整個生命週期對環境的影響，目的是要達到減少對環境的破壞以及保護資源，促進製造商採用先進的環境化設計技術來生產耗能的產品。

能源標章

- 標示產品達到何種等級的能源標準及年均耗能值。

日本

能源使用合理化法

- 推行高效率熱水器，包括 CO₂ 冷媒熱泵式、廢棄能源回收式、瓦斯引擎式等，以及高效率空調設備，並對該型設備用戶提供低利

貸款。

- 制訂住宅與建物之節約能源基準，在一般住宅節省 20%，其他建物節省 10% 能源消費為目標，提供優惠貸款，對 20,000m² 以上之建物（住宅用除外）應向主管當局提報節約能源措施報告，並由 2003 年 2 月實施節約能源設計施工基準。
- 辦公大樓節約能源並比照大型工廠推行能源管理，在大樓建造過程也應實施節約能源材料與設備的配裝以達節約能源的目的。
- 導入 Top Runner 機制，制訂瓦斯爐、烤箱、電視機、放錄影機、微波爐、電鍋等新的耗能標準。
- 應用資訊技術（IT）設計推行大樓整體能源管理系統，在 1998 年節約能源法修正時列入大樓能源削減目標，提高能源效率 10%，並鼓勵能源服務業（ESCO）提供能源效率改進服務，於 2004 年以經濟產業省辦公室為樣本，由 ESCO 提供改進措施。
- 能源標章：標示產品節能目標的達成率及年均的耗電量。

韓國

邁向 2010 韓國能源政策發展策略與願景

- 鼓勵發展綠建築。
- 能源效率標準與標章主要目的在於促進綠色生產，以提升綠色產品的市場需求。
- 推廣能源服務公司(ESCO)，將能源服務導入市場機制，藉由民間的資源與技術進行能源服務。

第五節 主要國家產業部門節能減碳政策與具體措施

日本

能源使用合理化法

- 第一級指定能源管理工廠，包含礦業，供應電力、天然氣或熱能等工廠，以及每年消耗 3,000 公秉以上原油或每年耗電 1,200 萬瓩以上工廠，應選派若干能源管理士專門負責合理能源使用事項，擬定中長程計畫並每年向相關主管機關彙報計劃執行情形以及每年能源消耗狀況。
- 每年消耗燃料達 1,500 公秉或 600 萬瓩電量工廠之第二級指定能源管理工廠的事業營運人應選派能源管理人專門負責能源節約事宜並保管能源使用狀況記錄。
- 包含租稅獎勵、採購補貼、融資協助等方面。租稅獎勵主要透過給予使用省能設備之廠商租稅優惠進行，而採購補貼則為政府對採購商品直接進行一定百分比補貼，融資協助則主要依「能源節約輔助法」提供貸款優惠，例如：由日本政策投資銀行和中小企業金融公庫等銀行提供低利貸款。
- 計畫削減家電設備用電量 10% 之待機電力，要求各電機製造廠自主性改進機械設計，使該項電力消耗減少。

美國

2001 年國家能源政策

- 利用研發投資、建立合作夥伴關係、基礎科學研究、投資和生產方面的租稅優惠、貸款擔保等，獎勵節能技術研究。

2005 年能源政策法

- 產官合作研發下一代照明設備，發展先進固態光源設備(第九章)。

歐盟

歐洲策略性能源技術計畫

- 獎助節能技術之研發。

第三章 我國節能減碳政策成效檢討

第一節 我國歷年二氧化碳排放資料與能源需求

Energy Supply and Total Domestic Consumption

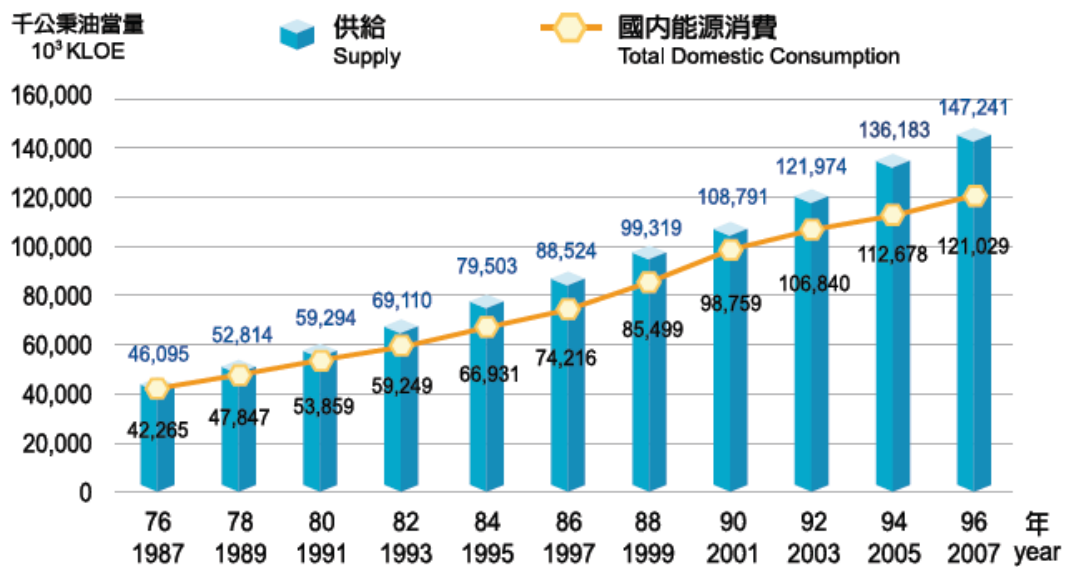


圖 9 我國歷年能源需求，資料來源：2007 年能源統計手冊能源局

過去二十年間，我國能源供給/需求在成長十分快速。根據經濟部能源局的資料，我國能源總供給自 1987 年 4,610 萬公秉油當量逐年成長，2007 年達 14,724 萬公秉油當量，年平均成長率為 5.98%，如圖 9 所示。

在 2007 年能源總供給中，若按能源別區分，如圖 10 所示，煤炭占 32.11%，石油占 51.14%，進口液化天然氣占 8.11%，自產天然氣占 0.28%，水力發電占 0.29%，太陽光電、風力及太陽熱能占 0.10%，核能發電占 7.97%。自產能源(不含核電)合計佔 0.68%，進口能源則佔 99.32%。相較於 20 年前電力消費比重逐年增加，石油消費比重下降。

在需求面，如圖 9 所示，國內能源消費自 1987 年 4,227 萬公秉油當量增至 2007 年 12,103 萬公秉油當量，年平均成長率為 5.40%。2007 年國內能源消費量中，若按消費部門分，如圖 11 所示，能源及工業部門合計佔 60.41%，運輸佔 13.14%，農業佔 0.89%，住宅佔 11.21%，服務業則佔 10.06%。其中，以住宅、服務與運輸部門之能源消費成長幅度較大。

圖 12 為我國 1986-2006 年由於能源消耗所產生的二氧化碳排放資料。基本上，從 1986 年起，即呈現線性地增的趨勢，年增率約 11 百萬公噸，即便在幾個關鍵時間點，例如 1997 年京都議定書簽訂時、以及 2005 年京都議定書生效時，我國溫室氣體成長曲線一往如故，毫不受影響，這充分顯示了我國節能減碳績效不彰的事實。過去十幾年溫室氣體減量的議題雖然在國內沸沸揚揚討論許久，也召開了許多大大小小的全國性的會議，例如兩次全國能源會議、永續發展會議、經發會等，然而實際績效卻是令人失望，問題癥結何在？本文將在以下章節提出看法，進行檢討與分析。

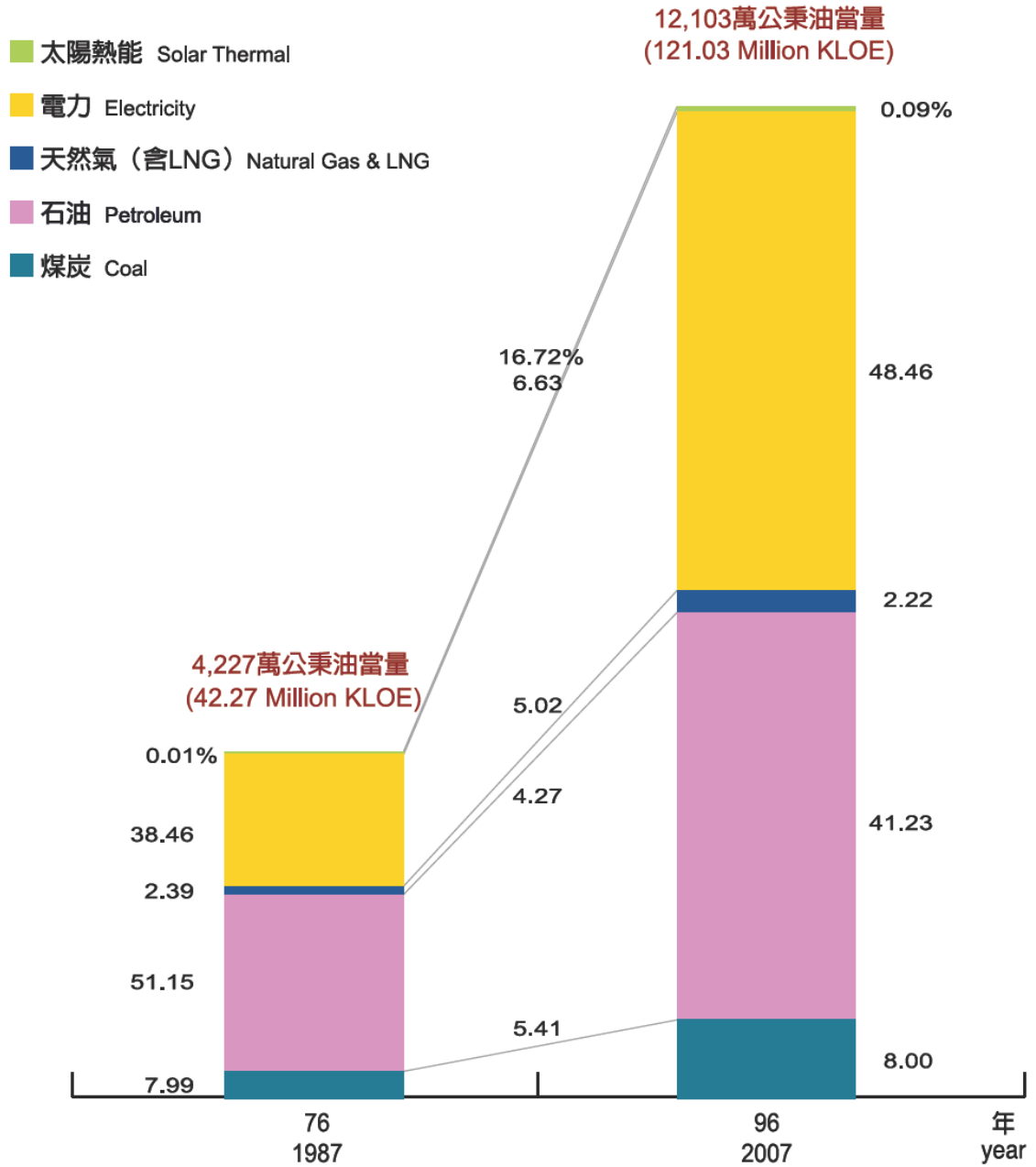


圖 10 我國近 20 年內能源消費結構變化 (按能源別)

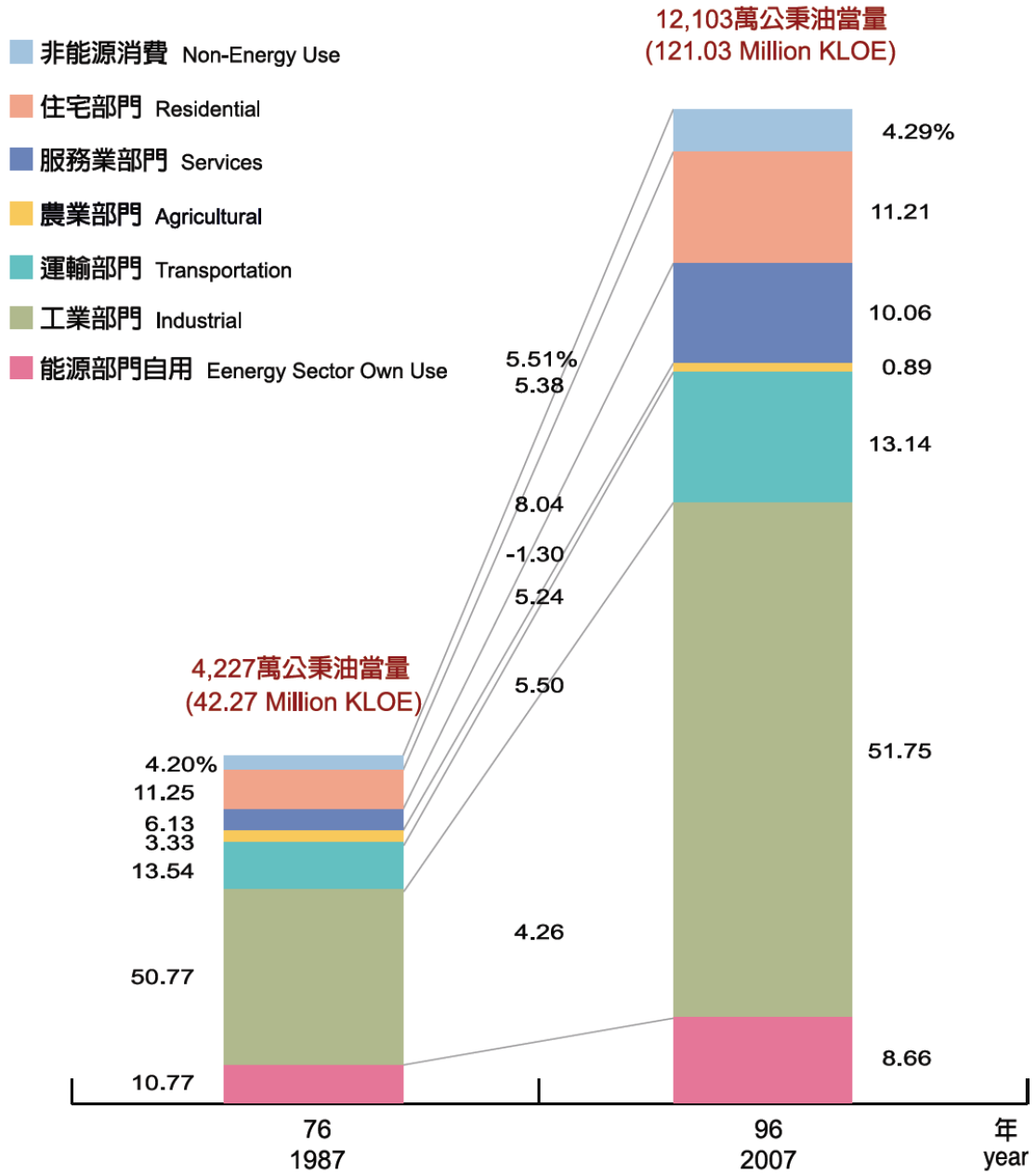


圖 11 我國近 20 年內能源消費結構變化 (按部門別)

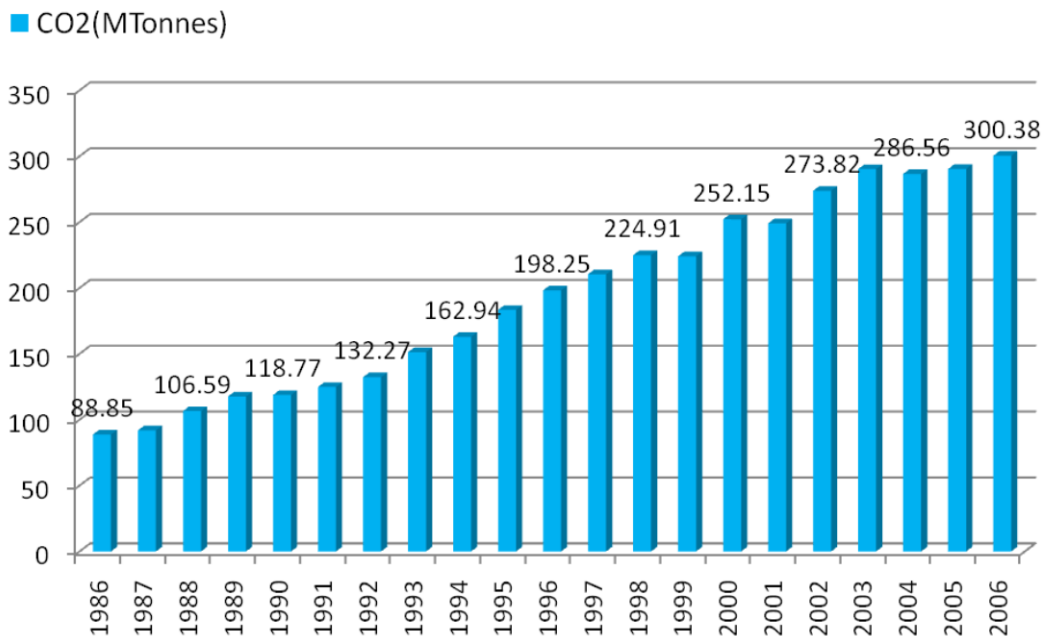
CO₂ Emissions from the Consumption of Fossil Fuels

圖 12 我國歷年(能源消耗)二氧化碳排放資料，資料來源：EIA

第二節 兩次全國能源會議內容與評估機制比較

我國分別在 1998 年與 2005 年召開兩次全國能源會議。1998 年第一次全國能源會議中對「氣候變化綱要公約發展趨勢及因應策略」、「能源政策與能源結構調整」、「產業政策與產業結構調整」、「能源效率提升與能源科技發展」，以及「能源政策工具」五項議題探討，並針對此五項議題做出結論具體行動方案。2005 年舉行的第二次全國能源會議，除了重新檢討第一次全國能源會議之目標達成情形，亦檢視未來能源結構的方向，根據各部門採行之政策措施與其減量效果，從下而上(Bottom up)的模式，訂定更合適之減量目標，並根據會議之結論提出具體行動計畫，會後並成立跨部會屬之「全國能源會議結論具體行動方案執行成果管考及檢討機制」，定期檢討執行成果。兩次能源會議特色與比較歸納如表 3 所示。

表 3 兩次全國能源會議內容與評估機制比較

會議	1998年 第一次全國能源會議	2005年 第二次全國能源會議
主軸與 模式	<ul style="list-style-type: none"> • Top-down模式規劃 • 因應政策與措施為規劃主軸 	<ul style="list-style-type: none"> • Button-up模式規劃 • 部門減量措施為規劃主軸
內容與 特色	<ul style="list-style-type: none"> • 因應氣候變化綱要公約 • 調整能源政策與結構 • 調整產業政策與結構 • 提升能源效率與發展能源科技 	<ul style="list-style-type: none"> • 建立行政管理機制 • 推動溫室氣體減量法 • 新設排放源納入環境影響評估 • 建立產業部門溫室氣體盤查
行動方 案	<ul style="list-style-type: none"> • 制定188項行動方案 • 40項(21.3%)實質減量策略 • 148項(78.7%)能力建構方案 	<ul style="list-style-type: none"> • 制定191項行動方案 • 58項(30.4%)實質減量策略， • 133項(69.6%)能力建構方案
管考與 成效	<ul style="list-style-type: none"> • 經建會負責管考 • 完成164項，達成率87.2% 	<ul style="list-style-type: none"> • 「全國能源會議結論具體行動方案執行成果管考及檢討機制」負責管考 • 每季部會內檢討會議、每年部會間檢討會議、每三年舉辦擴大檢討會議

第三節 我國過去10年節能減碳政策成效評估

第一次全國能源會議結論執行成效由經建會負責管考，如表 3 所示，總計完成 164 項行動方案，達成率 87.2%；根據能源局 97(2008)年年報，第二次全國能源會議結論具體行動方案執行成果年度目標達成情形，96 年度(2007)規劃件數共計 118 件，完成件數為 112 件，平均完成率達 95%，如表 4 所示，又，根據「(第二次)全國能源會議結論具體行動方案執行成果管考及檢討機制」所進行歷次檢討會議針對全國能源會議行動方案所提出之成效評估認為，我國近 10 年來能源消費與 CO2 排放雖然呈現成長趨勢，然成長率已趨於減緩，據以說明我國近 10 年所推動的節能減碳政策已具有初步成效。

表 4 全國能源會議具體行動方案計畫目標 96 年度達成情形

政策型態	規劃件數(件)	96年完成件數(件)	完成率(%)
實質減量	58	53	91
能力建構	60	59	98
合計	118	112	95

上述管考機制則流於形式，且「節能減碳政策已具初步成效」的說法似是而非、掩耳盜鈴。基本上，以行動方案高達成率以及溫室氣體排放成長率減緩均無法代表我國節能減碳成效，在快速全球化時代，最直接且客觀的節能減碳成效評估方式就是與全球接軌，也就是與全世界主要國家相比較。

事實上，與世界主要國家相比較，我國執行節能減碳成效落後甚

多。根據美國能源資訊管理局 EIA 的資料顯示，我國在節能減碳兩項最重要的指標：能源密集度(圖 13)與碳密集度(圖 14)，皆遠遠落後所列的幾個重要國家。圖 13 與 14 清楚顯示，目前世界各主要國家無論在能源密集度與碳密集度方面，均已不再成長，而是已經進入實質減量階段，有些是從聯合國氣候變化綱要公約通過(1992 年)後即呈現下降的趨勢，最慢的韓國從 2000 年起也開始下降。而我國在這兩項指標在過去 10 幾年來卻「逆勢上揚」，著實令人遺憾。

我國在第一次全國能源會議即訂出「節約能源，目標至 2010 年累積為 16%，至 2020 年累積為 28%」，第二次全國能源會議更要求「降低能源密集度，到 2025 年較 2005 年累計下降 22-27%」，而實際結果可以從圖 13 中清楚看出，1998-2005 年間我國能源密集度並未下降，而是從 11819Btu/US\$ 上升 12028 Btu/US\$(EIA)，同期間，包括美國、德國、英國、日本、韓國等主要國家的能源密集度都降低。

我國歷經兩次全國能源會議迄今，政府各部門制定相當的政策措施並執行了各高達近 200 項行動方案，換言之，政府投入相當多的人力與預算資源於節能減碳施政上，為何能源消費與 CO₂ 排放仍然呈現成長趨勢？並且成效落後國際甚多，面對此質問，在錯綜複雜的經濟體系下，往往無法找出適當的原因解釋，從而造成政府施政上的困境。

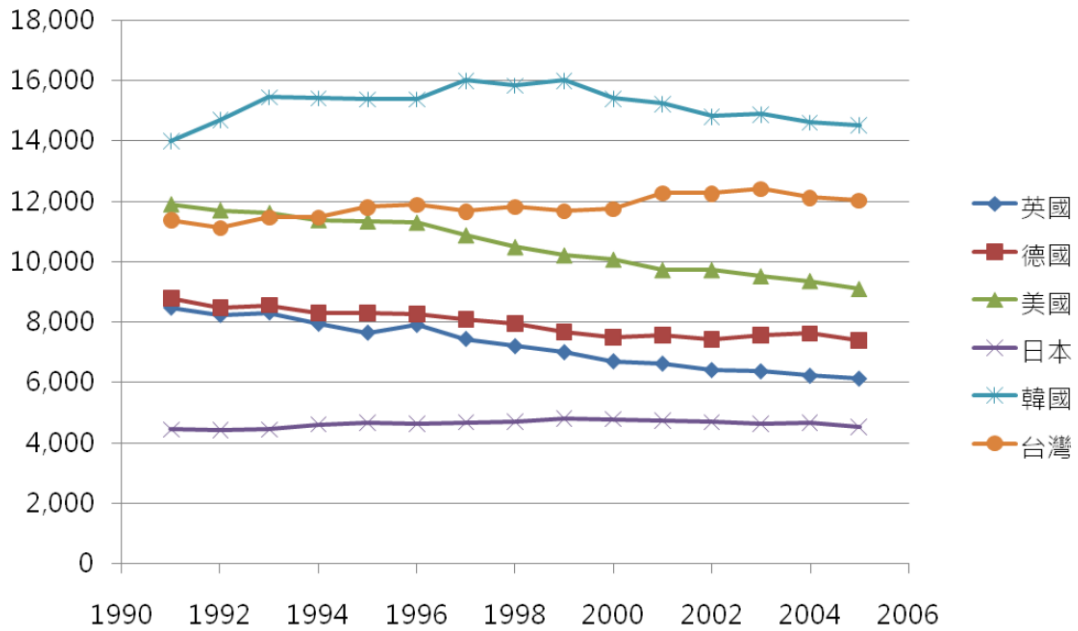


圖 13 我國與主要國家能源密集度(節能成效)發展趨勢之比較 (Tonne/US\$1000) (資料來源：美國能源資訊管理局 EIA)

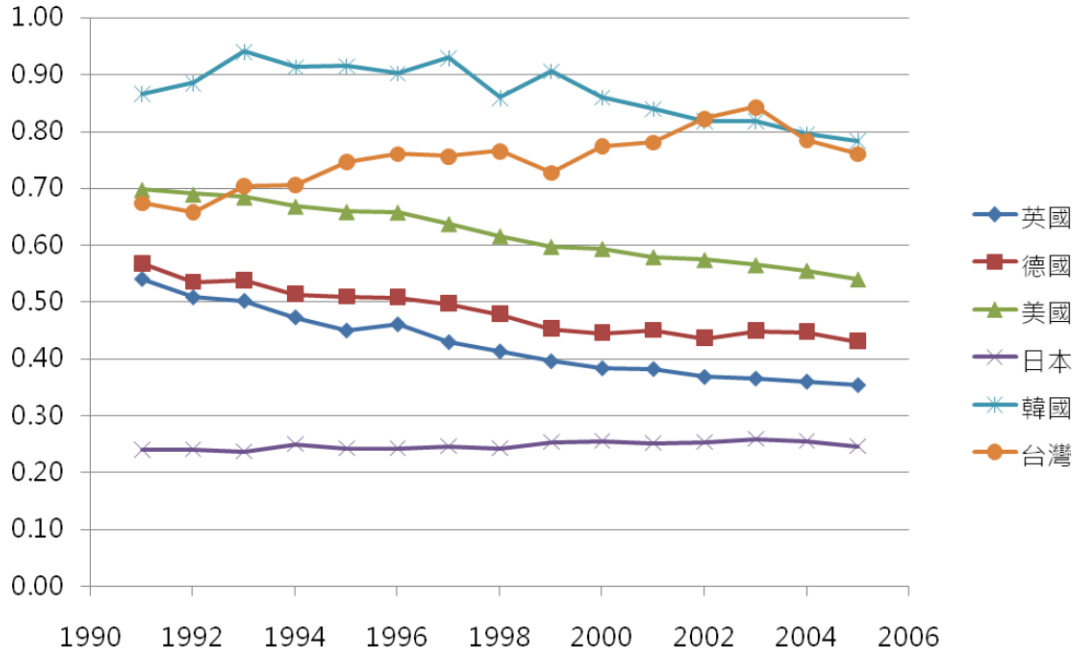


圖 14 我國與主要國家碳密集度(減碳成效)發展趨勢之比較(kgCO₂/US\$)
(資料來源：美國能源資訊管理局 EIA)

第四節 我國現行節能減碳政策之檢討與建議

關於我國現行節能減碳政策，主要是以行政院所提出永續能源政策綱領為主軸。內容大致分成產業部門、運輸部門、住商部門、政府部門、社會大眾等 5 個部門進行。

1、產業部門：

- 促使產業結構朝高附加價值及低耗能方向調整，使單位產值碳排放密集度於 2025 年下降 30% 以上。
- 核配企業碳排放額度，賦予減碳責任，促使企業加強推動節能減碳產銷系統。

- 輔導中小企業提高節能減碳能力，建立誘因措施及管理機制，鼓勵清潔生產應用。
- 獎勵推廣節能減碳及再生能源等綠色能源產業，創造新的能源經濟。

2、運輸部門：

- 建構便捷大眾運輸網，紓緩汽機車使用與成長。
- 建構「智慧型運輸系統」，提供即時交通資訊，強化交通管理功能。
- 建立人本導向，綠色運具為主之都市交通環境。
- 提升私人運具新車耗能水準，於 2015 年提高 25%。

3、住商部門：

- 強化都市整體規劃，推動都市綠化造林，建構低碳城市。
- 推動「低碳節能綠建築」，全面推行新建建築物之外殼與空調系統節能設計與管理。
- 提升各類用電器具能源效率，於 2011 年提高 10%~70%，2015 年再進一步提高標準，並推廣高效率產品。
- 推動節能照明革命，推廣各類傳統照明器具汰換為省能 20~90% 之高效率產品。

4、政府部門：

- 推動政府機關學校未來一年用電用油負成長，並以 2015 年累計節約 7% 為目標。
- 政策規劃應具有「碳中和 (Carbon Neutral)」概念，以預防、預警和篩選原則進行碳管理。

5、社會大眾：

- 推動全民節能減碳運動，宣導全民朝「一人一天減少一公斤

碳足跡」努力。

- 從中央、地方政府到鄉鎮村里，自機關學校到企業及民間團體，發揮組織動員能量，推動無碳消費習慣，建構低碳及循環型社會。

表 5 對照我國現行節能減碳政策(永續能源政策綱領)內容與過去兩次全國能源會議結論或行動方案，藉以了解政策之演進與更替。檢討內容分成基本能源政策、溫室氣體減量政策、法規基礎、以及能源部門、運輸部門、住商部門、產業部門之節能減碳政策等七大項目。

在表中的「減碳成效」欄位乃針對兩次全國能源會議結論之執行成效所進行的檢討與評估，政策內容可分成能力建構與實質減碳兩部分，欄內符號分別代表

X：成效差

O：成效普通

V：成效佳

減碳成效評估結果的原因則在「檢討/建議」欄位中說明。

表 5 我國節能減碳政策成效評估、檢討與建議

一、基本能源政策

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政策綱領	減碳成效		檢討/建議
				能力建構	實質減量	
能源效率	<u>節約能源</u> ，目標至 2010 年累積為 16%， <u>至 2020 年累積為 28%</u> 。	降低 <u>能源密集度</u> ，到 2025 年較 2005 年累計 <u>下降 22-27%</u> 。	未來 8 年， <u>能源效率</u> 每年提高 2% 以上， <u>能源密集度</u> 於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上； <u>2025 年下降 50% 以上</u> 。		X	1998-2005 年間我國能源密集度並未下降，而是從 11819Btu/US\$ 上升 12028 Btu/US\$(EIA)。說明 1
能源價格	<u>合理的能源價格</u> 應充分反映成本，包括 <u>環境成本在內</u> ，藉以提高能源使用效率並誘導適當的發電配比。	推動 <u>能源價格合理化</u> ，初期反映燃料成本，未來依據能源發電結構變化及 <u>外部成本內生化</u> 等因素調整。	促使 <u>能源價格合理化</u> ，短期能源價格反映內部成本，中長期以 <u>漸進方式合理反映外部成本</u> 。		X	過去 10 年，能源價格合理化為一直都是我國推動能源政策的核心工作。然未曾見於其他國家之能源政策中，說明 2。
能源事業	加速推動 <u>能源事業自由化及民營化</u> 。	開放能源事業，進一步促進 <u>能源市場自由化</u> 。	建立公平、效率及開放的能源市場，促使 <u>能源市場逐步自由化</u> ，消除市場進入障礙，提供更優質的能源服務。	0		能源事業自由化對於節能減碳成效無直接貢獻，沒有政策推動急迫性。
能	建議將	規劃 <u>國家型能源</u>	能源相關研究經	0		新政府正在推動能

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

源科技	來可成 立「 國家 型計畫 」 大力推 動再生 能源。	科技發展計畫 ，增 加研發經費，整合 各部會署科技研 發資源，推動整體 性能源科技發展。	費 4 年內由每年 50 億元倍增至 100 億元， 提升科 技研發能量 。			源國家型計畫。
能源教育	加強環 境與能 源的教育 宣導，喚 醒社會 大眾對 永續發 展的關 心。	推動教育宣導，擴 大全民參與，鼓勵 全民及地方政府 共同參與節能與 CO2 減量。	紮根節能減碳環 境教育，推動全民 教育宣導及永續 綠校園。	V		能源教育推動績效 良好，節能減碳已 成為全民運動，宜 持續推動。
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 永續能源政策綱領擬訂我國2025年能源密集度下降50%(2005年為基準年)是一項前瞻政策，遠高於2007年APEC「雪梨宣言」要求區域內能源密集度至2030年至少降低25%的標準。「節約能源」以及「能源效率」定義有待釐清，能源效率是否即為能源生產力？國際間一般以能源生產力或能源密集度倒數代表能源效率，「節約能源目標至2010年累積為16%」的說法不通。 2. 什麼是合理的能源價格？一直無法釐清，是市場機制決定，還是要配合政府政策訂定。例如，電價長期偏低，價格只不過是政策工具而已，不僅外部成本無法反映，就連內部成本亦常遭扭曲；油價雖已於2006年10月3日開始實施浮動機制，唯受政策影響甚鉅，無法充分反映市場機制。 						

二、溫室氣體減量政策

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政 策綱領	減碳成 效		檢討/建議
				能 力 建 構	實 質 減 量	
CO2 減量 目標	以 2000 年為 基準年(或人 均排放量 10 噸), 2020 年 回到 2000 年 排放水準。	未獲共識。	於 2016 年 至 2020 年 間回到 2008 年排放量, 於 2025 年回 到 2000 年 排放量。		X	過去10年, 我國對GHG (溫室氣 體)減量目 標與實施期 程不明。影 響後續節能 減碳績效甚 巨。
CO2 分離/ 回收/封存 技術	寬列經費(如 科技專案)支 援科技產業 研發 <u>CO2 排 放減量、回 收、處理與利 用之技術</u> 。	推動淨煤發電 研究, <u>分離與封 存 CO2 技術研 發</u> , 降低 CO2 排放量。	透過國際共 同研發, 引 進淨煤技術 及 <u>發展碳捕 捉與封存</u> , 降低發電系 統的碳排 放。		X	目前國內並 無淨煤與碳 捕捉/封存 相關技術之 研發, 透過 國際共同研 發與技術引 進是較為實 際可行之方 法。說明1。
CO2 減量 之行政機 制(盤查/ 登錄/查驗 /認證/核 配)	各重點產業 公會應 <u>研擬 自願性減量 目標方案</u> 及 改善標準...	建立產業部門 <u>CO2 盤查與登 錄制度</u> 。	<u>核配企業碳 排放額度</u> , 賦予減碳責 任, 促使企 業加強推動 節能減碳產 銷系統。	0		核配碳排放 額度必須根 據有法源依 據。有待「溫 室氣體減量 法」通過後 才能落實。 優先推動 。
CO2 限量 管制與交 易 (cap and trade) 制 度	研究課徵碳 稅、能源稅, 及 <u>排放權交 易制度</u> 。	未來在我國被 國際規範減量 時, 推動 <u>溫室氣 體限量管制與 交易 (cap and trade)</u> 、碳稅等	<u>規劃碳權交 易</u> 及設置減 碳基金	X		目前無任何 法源推動限 量管制與交 易, 有待「溫 室氣體減量 法」通過推 動。說明2。

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

		措施。				優先推動。
碳稅/能源稅制度	研究 <u>課徵碳稅、能源稅</u> ，及排放權交易制度	有效導入市場誘因工具，配合限量管制，推動CO2 排放交易制度及 <u>課徵碳稅</u> 。	<u>研擬「能源稅條例」</u> 並推動立法。	X		10年前即開始研究，目前仍無確切推動時程。課徵能源稅為馬總統之政見之一。說明3。 優先推動。
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 我國目前執行之碳捕捉/封存/淨煤計畫，大多以能力建構為主，例如「策略規劃」、「資訊建立」、「教育訓練」及「技術輔導」等，欠缺<u>實質減量</u>之技術及工程實務計畫。 2. 碳權交易的法源基礎為「溫室氣體減量法」，雖然過去經建會與環保署曾經進行排放交易的研究，並於2006年經濟部(包括工業局與能源局)規劃能源密集產業排放權核配研究之外，對於排放交易制度的基礎，溫室氣體盤查與登錄尚未建制完成，因此，本項政策毫無推動基礎。 3. 就稅務中立原則，「能源稅」須與各部會現有之「空污費」(環保署)、「汽燃費」(交通部)、「資本稅」(財政部)等整合，否則喪失「能源稅中立性」與「綠色租稅改革」的機會，最終將導致「能源稅」不易推動。 						

三、法規基礎

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政策綱領	減碳成效		檢討/建議
				能力建構	實質減量	
溫室氣體減量法	制定「 <u>溫室氣體排放法</u> 」。	訂定「 <u>溫室氣體減量法</u> 」。	推動「 <u>溫室氣體減量法</u> 」立法。	0		立法院二讀中。我國推動溫室氣體減量法源，必須加速推動。說明1。 優先推動。
再生能源發展條例	-	加速「 <u>再生能源發展條例</u> 」立法。	推動「 <u>再生能源發展條例</u> 」立法。	0		立法院二讀中。說明2。 優先推動。
能源稅條例	研究 <u>課徵碳稅、能源稅</u> ，及排放權交易制度。	未來在我國被國際規範減量時，推動溫室氣體限量管制與交易、 <u>碳稅</u> 等措施。	研擬並 <u>推動「能源稅條例」</u> 立法。	X		10年前即開始研究課徵能源稅，目前仍處委託研究階段，並無確切推動時程。此乃馬總統政見，有必要以4或8年為期程，規劃達成。說明3。 優先推動。
能源管理法	依現行「 <u>能源管理法</u> 」加強提高能源效率。	研修「 <u>能源管理法</u> 」規範使用能源效率。	修正「 <u>能源管理法</u> 」，有效推動節能措施。	0		此乃規範能源效率之法源，1970年代制定。建議大幅修改，並更名為節約能源法，以名實相符。 優先推動。
電業法、石油管理法、天然氣事業	修訂「 <u>電業法</u> 」、「 <u>石油管理法</u> 」、「 <u>公用氣體燃料事業法</u> 」，加速能源市場	加速推動完成「 <u>電業法</u> 」修法及「 <u>天然氣事業法</u> 」立法程序，落實能源市場自	-	0		能源市場自由化並非節能減碳之首要工作，並無政策推動之急迫性。

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

法	自由化。	由化。				
促進產業升級條例	修訂「促進產業升級條例」，取消對高CO2排放產業的獎勵。	-	-	X		
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 近10年來，我國因應溫室氣體的法制基礎相當薄弱，兩項重要法案，「溫室氣體減量法」與「再生能源發展條例」，均未通過立法院，而馬總統的「能源稅條例」亦未令出行政院。由於欠缺必要的法源基礎，錯失節能減碳政策措施的時效性與有效性。 2. 依照行政院版本本法獎勵額度為650萬千瓦，全部達成，僅佔發電裝置容量的5%左右，無法達到永續能源政策綱領擬訂的8%目標。鼓勵發展再生能源對溫室氣體減量影響有限，應一併考量我國無/低碳能源配比，例如核能、天然氣等，才能達到最佳化。 3. 我國現有能源部門法律系由個別單行法所組成，彼此間存有法律競合、適用順序、甚至矛盾，有些法令制定於半世紀前(例如能源管理法)，已經無法滿足各行業需求。我國能源法律部門需要有一部基本法作為綱領，把涉及整個法律的基本原則、制度和內在邏輯關聯確立下來。 						

四、能源部門節能減碳政策(淨源)

項目			1998年 全國能源會議	2005年 全國能源會議	2008年 永續能源政策綱領	減碳成效		檢討/建議
						能力建構	實質減量	
能源配 比	再生 能源	能源佔比	2020年佔3%	2020年佔4-6% 2025年佔5-7%	-		0	說明1。
		電力佔比	2020年佔10-14% (水力+新能源)	2020年佔10-11% <u>2025年佔10-12%</u> (裝置容量)	<u>2025年佔8%</u> (發電系統/ 裝置容量)		0	說明1。
	核能	能源佔比	2020年佔13-15%	2020年佔7% 2025年佔4%	核能為無碳能源選項		0	說明1、2。 優先推動。
		電力佔比	2020年佔19-21%	2020年佔9% <u>2025年佔5%</u> (裝置容量)	<u>2025年佔22%</u> (裝置容量)		0	說明2。
	天然 氣	能源佔比	2020年佔14-16%	2020年佔14-18% 2025年佔16-19%	-		0	說明1。
		電力佔比	2020年佔27-29%	2020年佔26% <u>2025年佔27-28%</u> (裝置容量)	<u>2025年佔25%</u> (發電系統/ 裝置容量)		0	說明1。
	提升電廠效率		要求 <u>提升新設電廠發電</u>	<u>提升發電機組效率</u> ，新設	加速電廠的汰舊換新，		X	我國目前無任何電

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

	<p><u>機組之熱效率</u>。</p>	<p>及更新擴建燃煤機組熱效率由 35%提升到 40%；新設及更新複循環燃氣機組由 45%提升到 53%。</p>	<p>訂定電廠整體效率提升計畫，並<u>要求新電廠達全球最佳可行發電轉換效率水準</u>。</p>	<p>廠效率評估、稽核機制，能源局為政策制定者，亦為稽核者，並不合理。因此，提升電廠效率僅為口號而已。說明 3。 優先推動。</p>
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能源配比是一個國家能源政策的核心，必須具有長期性與一致性。我國能源政策中之能源配比一變再變，例如，2005年要求再生能源至2025年佔電力裝置容量10-12%，2008年又要求至2025年再生能源佔電力裝置容量8%，而變更原因為何，毫無脈絡可循，亦無任何政策說明。能源配比为國家能源政策願景，必須是強制且長期性推動工作，否則無實質意義。能源配比並非不可調整，但須說明調整原因與背景，適時(4-6年)調整。 2. 永續能源政策綱領的低碳電力佔比55%(裝置容量)，核電佔22%，需增加核電機組(優先推動)。「非核家園」與「低碳發電結構」政策不相容，須加速解決。 3. 我國電廠提升效率績效不彰，可以從電廠碳排放係數高略窺一二，2007年，台電：0.637kgCO₂/kWh，CARMA：0.57kgCO₂/kWh。 				

五、運輸部門節能減碳政策(節流)

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政策 綱領	減碳成 效		檢討/建議
				能 力 建 構	實 質 減 量	
建構智慧型運輸系統	<ul style="list-style-type: none"> 發展智慧型運輸系統。 實施有效之運輸系統管理策略，提高道路服務容量。 	提昇運輸系統能源使用效率：運用先進科技(例如號誌最適化等)、強化運輸需求管理、提昇貨物運輸之運作效率。	建構「智慧型運輸系統」，提供即時交通資訊，強化交通管理功能。		V	建構智慧型運輸系統有效紓緩交通阻塞問題，間接達到節能減碳效果，定量效果有待詳細評估。
建構大眾運輸系統	健全大眾運輸系統。	發展綠色運輸系統：健全完善的軌道運輸服務、提升公共運輸服務功能與彈性、提供民眾無遠弗屆的交通轉乘服務、落實以綠色運輸系統為導向之土地使用規劃。	建構便捷大眾運輸網。		V	建構便捷大眾運輸網節能減碳效果卓著，例如，城際運輸的高速鐵路取代了全部的西部走廊航空運輸，以及北中南的都會捷運系統等。 優先推動。
紓緩汽機車成長	抑制私人運具使用，汽燃費由隨車徵收改為隨油徵收。	紓緩汽機車成長與使用：合理化汽機車使用成本與數量，強化私人運具使用管理。	紓緩汽機車使用與成長。		0	我國汽機車數仍持續成長，唯成長率趨緩。成長率減緩無法減碳，僅能減緩GHG(溫室氣體)排放量增加速率。
推廣省	適時修訂「車	推廣低污染省	提升私人運		V	我國汽機車

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

能運具	<p>輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，以提升汽機車耗能效率。</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>推動採用省能源之運具</u>，如電動機車的推廣；加速老舊車輛之汰換。 	<p><u>能源運具</u>或交通設施，以及加強車輛的怠速管理等。</p>	<p><u>具新車效率水準</u>，於 2015 年提高 25%</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建立人本導向，綠色運具為主之都市交通環境。 		<p>新車之單位里程耗能指數已逐年提高，惟應從積極面加強發展低 / 零排放車輛技術，例如氫燃料電池機車。 優先推動。</p>
<p>說明：</p> <p>我國現行運輸部門的節能減碳政策與 IPCC 第四次綜合評估報告所建議的溫室氣體減緩技術幾乎一致。在 IPCC 第四次綜合評估報告中，針對各國政府運輸部門溫室效應減緩技術與政策措施所提出了四項建議，包括更節約燃料的機動車（如混合動力車、清潔柴油車、生物燃料車）；使用非機動化運具（自行車、步行）；將公路運輸改為軌道與公共運輸模式；土地利用和交通運輸規劃。</p>					

六、住商部門節能減碳政策(節流)

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政 策綱領	減碳成 效		檢討/建議
				能力建 構	實質減 量	
建築耗 能指標	修訂 <u>建築外殼耗能指標</u> 及研訂 <u>空調系統耗能指標</u> 並納入「 <u>建築技術規則</u> 」內，以健全 <u>建築物整體耗能管理制度</u> 。	擴大 <u>建築外殼節能設計之管制建築規模與類型</u> ，並提高 <u>建築外殼耗能基準</u> 。	全面 <u>推行新建建築物之外殼與空調系統節能設計與管理</u> 。		X	能源局尚未完成空調效統節能設計基準與技術規範之訂定之規劃。講了10年，無任何動靜。
綠建築	<ul style="list-style-type: none"> 辦理建築節約能源調查並建立檢測體系，據以研訂建築節約能源政策工具及獎勵辦法。 建立住商建築使用能源總量管制制度。 	<ul style="list-style-type: none"> <u>綠建築</u>推動方案結合都市計畫落實執行。 研議將<u>綠建築指標</u>中與降低CO2 排放有關之指標納入建築技術規則綠建築專章。 	推動「 <u>低碳節能綠建築</u> 」。		X	我國目前無法源依據之綠建築指標。
電器能 源效率	適時修訂並 <u>提高主要用電器具能源效率標準</u> ，並納入國家標準實施商品檢驗。	逐步 <u>提升用電器具及設備之能源效率標準</u> 及擴大推動節能標章認證項目。	<u>提升各類用電器具能源效率</u> ，於2011年提高10%-70%，2015年再進一步提高標準，並推廣高效率產		0	能源局目前僅對幾種電器高無風管冷氣機、電冰箱、螢光燈管用安定器之完成中長期能源效

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

			品。			率基準公告。納入「能源管理法」滾動式修法制度中。 優先推動 。
節能照明	-	建立建築空調 照明節能 設計基準。	推動 節能照明 革命，推廣各類傳統照明器具汰換為省能20-90%之高效率產品。		V	優先推動 。
造林	-	厚植森林資源增加森林碳量吸存功能， 加強人工林撫育 提昇生長量。	<ul style="list-style-type: none"> • 強化都市整體規劃，推動都市綠化造林，建構低碳城市。 • 輔導產業以「造林植草」方案取得減量額度。 		V	
ESCO	-	推動能源技術服務業（ESCO）。	-		X	無法源依據。建議納入「能源管理法」修法內容。 優先推動 。

七、產業部門節能減碳政策(淨源節流)

項目	1998 年 全國能源會議	2005 年 全國能源會議	2008 年 永續能源政 策綱領	減碳成 效		檢討/建議
				能 力 建 構	實 質 減 量	
產業結構調整	<ul style="list-style-type: none"> 針對新興產業以<u>鼓勵高附加價值、低耗能、高產業關聯效果之產業發展</u>。 修訂「促進產業升級條例」，取消對高碳排放產業的獎勵。 	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，並 <u>擬定政策誘導產業轉型</u> 。	<u>促使產業結構朝高附加價值及低耗能方向調整</u> ，使單位產值碳排放密集度於2025年下降30%以上。		X	石化、鋼鐵、紡織、電子及電機等工業為我國主要之產業，對經濟成長貢獻甚多，但亦為GHG(溫室氣體)排放之大宗。我國目前無任何明確政策進行上述產業結構調整。
自願性減量→盤查→登錄→查驗→認證→核配碳排放額度	各重點產業公會應 <u>研擬自願性減量目標方案</u> 及改善標準…	<u>推動能源產業自願性減量協議</u> 。	<u>核配企業碳排放額度</u> ，賦予減碳責任，促使企業加強推動節能減碳產銷系統。		X	見說明。 <u>優先推動</u> 。
能源市場自由化	為 <u>加速能源市場自由化</u> ，如期完成中油、台電公司民營化，經	• 研議 <u>再降低石油業者進入市場之門檻</u> 。考量電力負載需求	建立公平、效率及開放的能源市場，促使 <u>能</u>		X	能源市場自由化與能源價格合理化是同一件事情，若能源價格一直作

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

	濟部應在短期內提出有關我國能源市場之展望，並據以修訂能源相關法規，以營造更有效率的市場。	及區域供電平衡，繼續 <u>開放民營電廠設置</u> 。 • 加速推動完成「電業法」修法及「天然氣事業法」立法程序， <u>落實能源市場自由化</u> 。	<u>源市場逐步自由化</u> ，消除市場進入障礙，提供更優質的能源服務。			為政策工具的話，能源事業自由化就是緣木求魚。能源市場自由化對實質減量無直接貢獻，無政策推動之急迫性。
汽電共生政策	<u>汽電共生</u> 容量由目前的 265 萬瓩，提高至 2020 年的 636 萬瓩。	<u>推廣汽電共生系統</u> ，2010 年目標 800 萬瓩，2020 年 1,000 萬瓩。	-		X	汽電共生電廠碳強度遠高於一般火力電廠，且我國目前已無缺電問題，建議停止推動。
發展綠色能源產業	加強 <u>推動新能源</u> ，包括再生能源，如太陽能、風能等…。	輔導再生能源及 <u>綠色能源產業發展</u> 。	獎勵推廣節能減碳及再生能源等 <u>綠色能源產業</u> ，創造新的能源經濟。		0	我國再生能源產業逐漸成長。 <u>優先推動</u> 。
<p>說明： 1998年全國能源會議之後，經濟部開始推動能源密集產業的「自願性減量」以及環保署推動的半導體與TFTLCD的non-CO2 自願性產量協定，然而，缺乏產業溫室氣體盤查/登錄/查驗制度的建立，亦缺乏認證機制，導致能源密集產業節能量與溫室氣體減量不易認定，此外，政府的獎勵誘因不足(日本補助減量費用，英國降低能源稅)，喪失該制度的有效性。此外，歐盟先進國家已將自願性減量擴展至運輸部門，更顯示我國在本項政策措施成效的有限性。</p>						

第四章 我國推動節能減碳政策規劃

第一節 從我國能源流圖談起

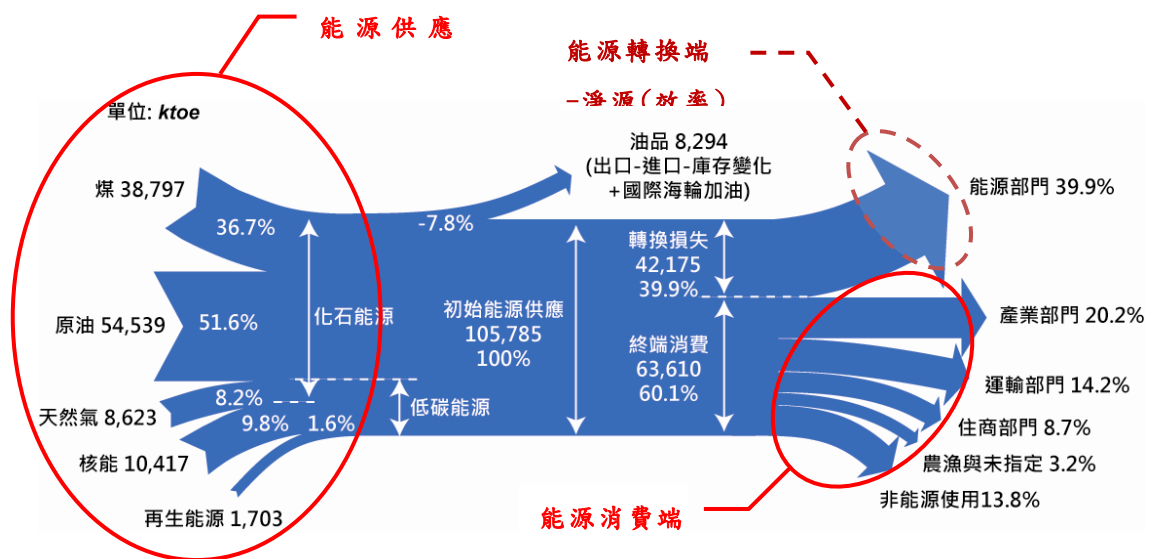


圖15 我國2005年能源流圖(Energy Flowchart)，資料來源：IEA

圖 15 為根據 IEA 數據所描繪之我國 2005 年能源流圖(Energy Flowchart)。我們可以從此能源流圖中清楚看出我國能源供應、轉換、消費之關係，進而規畫我國節能減碳的目標、方向、以及所採行的最佳措施。

首先將能源流分成三段進行分析，第一段為左邊進口「能源供應端」，第二段為右上部出口的「能源轉換端」、以及第三段右下部出口的「能源消費端(終端消費)」。

一般而言，能源供應端以進行「淨源」工作為主，能源消費端的主要工作則為「節流」，而能源轉換端則必須強調能源轉換效率，例如

電廠發電效率、油廠煉油效率，能源轉換效率愈高代表「淨源」效果愈佳。

首先，我們從能源供應端看起，我國初始能源供應主要來自煤、原油、天然氣、核能、再生能源等。其中，煤和原油屬於高碳能源，天然氣、核能、再生能源則歸類於低碳能源。就淨源的角度來看，必須提高初始能源結構中低碳能源的比例。

其次，就能源轉換端而言，必須將能源轉換效率提高，如提高電廠發電效率，高效率表示可以用最少的初始能源產出最多的終端能源以供消費者使用。提升能源轉換效率亦屬於「淨源」手段之一。

能源消費端與一般民眾(消費者)日常生活息息相關，也是一般民眾實踐節能減碳的起點。為了方便數據統計與政策實施，我們一般將能源消費端以部門來分類，大致可以分成運輸、住商、產業等幾個部門。這部分的節能減碳工作就是從「節流」做起。表 6 歸納出能源供應端、轉換端、消費端之減碳方向與所採行之主要措施。

表 6 能源供應、轉換、消費之減碳方向與措施

項目	減碳方向	減碳部門	減碳主體	減碳措施
能源供應端	淨源	能源部門	進口：煤、石油、天然氣 自有：再生能源、核能	改採低碳能源
能源轉換端	淨源	能源部門	發電廠、煉油廠、汽電共生廠等	提升能源轉換效率
能源消費端	節流	運輸部門 住商部門 產業部門	一般民眾 (消費者)	節約能源

第二節 我國各部門優先採行技術與政策措施

政府間氣候變化研究小組在第四次評估報告(IPCC FAR) [1]中，根據各國推動溫室氣體減量之經驗與成效，以部門分類，建議溫室氣體減量有效技術與政策措施(附件 1)。

根據表 5「我國節能減碳政策成效評估、檢討與建議」，並參照 IPCC FAR [1]之建議，本研究歸納我國現階段部門優先採行之技術與政策措施建議，如表 7 與 8 所示。基本上，該表在個別部門分別提供兩項優先落實的技術與政策措施。關於技術措施之建議之理由與分析將在以下分節中說明。

表 7 IPCC 建議技術措施與我國優先採行技術措施之建議

部門	IPCC建議技術措施		建議我國優先採行技術
	現行(已商業化)	2030年以後	
能源部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改進能源供應和配送效率； 2. 天然氣取代煤發電； 3. 核電； 4. 再生能源(水電、太陽能、風能、地熱、和生物能)； 5. 熱電共生(汽電共生)； 6. CCS早期應用(如儲存清除CO₂的天然氣)。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 螫碳技術(CCS)用於燃氣、生物質或燃煤發電設施 2. 先進核電 3. 先進再生能源，包括潮汐能和海浪能、聚光太陽能、和光伏電池 	<ul style="list-style-type: none"> • 增加核電配比(機組) • 提升(燃煤)發電效率
運輸部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升車輛燃料效率，如混合動力車、清潔柴油車、生物燃料； 2. 方式轉變，公路運輸改為軌道和公交系統； 3. 非機動化交通運輸(自行車，步行)； 4. 土地使用和交通運輸規劃。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第二代生物燃料 2. 高效飛行器 3. 先進的電動車、混合動力車，其電池儲電能力更強、使用更可靠 	<ul style="list-style-type: none"> • 推動節/潔能運具 • 發展大眾運輸系統、強化運輸管理
住商部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高效率照明和採光； 2. 高效率電器和加熱、製冷裝置； 3. 改進炊事爐灶，改進隔熱； 4. 被動式和主動式太陽能供熱和供冷設計； 5. 替換型冷凍液，氟氯碳氣體的回收和回收利用。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 商用建築的一體化設計，包括技術，諸如提供回饋和控制的智慧型儀器表 2. 太陽光伏電池一體化建築(BIPV) 	<ul style="list-style-type: none"> • 提升用電器具能耗標準 • 推動節能照明革命(LED)
產業部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升電器與設備效率； 2. 熱電回收； 3. 材料回收利用和替代； 4. 控制non-CO₂氣體排放； 5. 提升製程技術效率。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提高能源效率； 2. CCS技術用於水泥、氨和鐵的生產； 3. 惰性電極用於鋁的生產。 	<ul style="list-style-type: none"> • 提升製程技術效率(含電器與設備) • 發展綠色能源產業

資料來源：IPCC, Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change.

表 8 IPCC 建議政策措施與我國優先採行政策措施之建議

部門	IPCC已證明有效的政策措施	建議我國現階段優先採行政策措施
能源部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低對化石燃料補貼； 2. 對化石燃料課徵碳稅或碳費； 3. 補貼再生能源技術上網電價； 4. 推動再生能源義務機制； 5. 補貼再生能源產商生產商(鼓勵再生能源產業)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 課徵能源稅：制定「能源稅條例」。 • 獎勵綠色能源：通過「再生能源發展條例」。
運輸部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 道路交通運輸的強制性節約燃料、生物燃料混合物和CO₂排放標準； 2. 車輛購置稅、註冊稅、使用稅和機動車燃料稅；道路和停車費用的定價； 3. 通過土地利用規章和基礎設施規劃影響流動需求；為有吸引力的公共交通設施和非機動交通投資； 	<ul style="list-style-type: none"> • 提升車輛能耗標準：滾動式修定「能源管理法」。 • 投資大眾運輸及規劃非機動車輛交通設施
住商部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 家電能耗標準和標章； 2. (綠)建築法規與認證； 3. 需求方管理計畫； 4. 推動政府部門引導型計畫，包括綠色採購、節能減碳示範； 5. 針對能源服務業(ESCO)的激勵措施。 	<ul style="list-style-type: none"> • 提升家電耗能標準與標章：滾動式修定「能源管理法」。 • 推動能源服務業(ESCO)：納入「能源管理法」修法。
產業部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基準資訊規定；效能標準；補貼、減稅； 2. 實施碳權交易； 3. 自願減量協議； 	<ul style="list-style-type: none"> • 推動碳權交易：通過「溫室氣體減量法」。 • 推動自願減量協議：通過「溫室氣體減量法」。

資料來源：IPCC, Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change.

第三節 我國能源部門建議優先採行技術措施

表 9 主要國家電力碳密集度與核電佔比關係之比較，資料來源：

Carbon Monitoring for Action, 2007

國家	核電佔比	kgCO ₂ /kWh
德國	24%	0.613
美國	19%	0.611
台灣	17%	0.570
韓國	39%	0.445
日本	30%	0.364
法國	78%	0.088

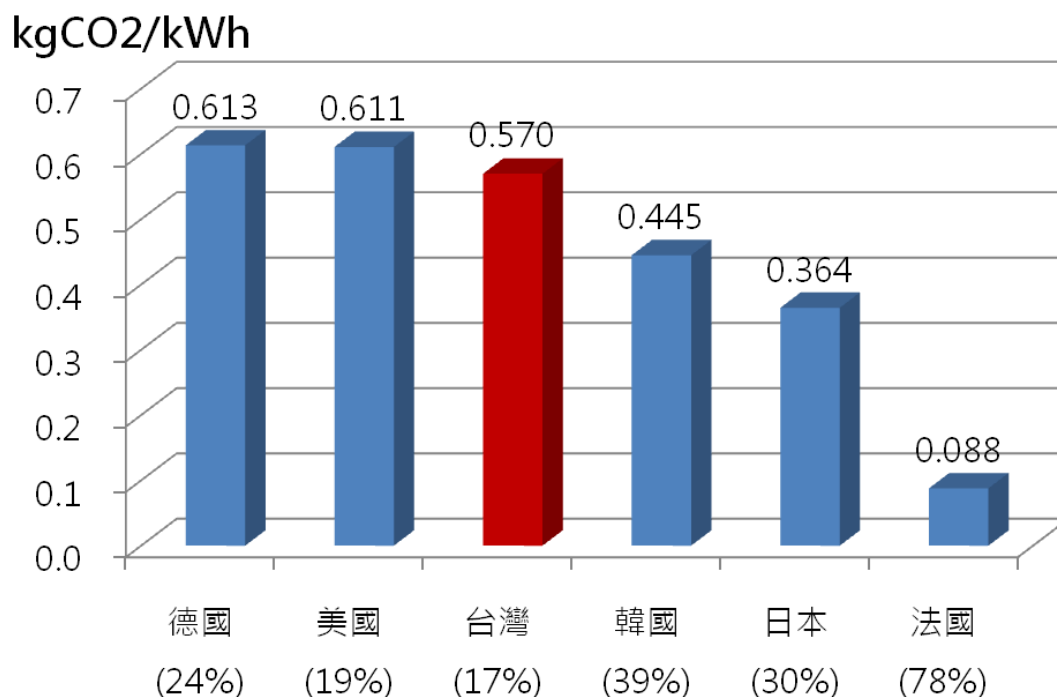


圖 16 主要國家發電部門碳密集度之比較(不含輸電損失與部門自用)，資料來源：Carbon Monitoring for Action, 2007

建議優先推動技術措施一：增加核電機組

在低碳能源中，天然氣來源和原油一樣，來源受到國際因素影響甚大，能源自主性低，目前，發電容量佔比已高，不宜再大幅增加，以免危及能源供應安全，而且天然氣發電成本相對較高(每度 4-5 元)，因此，提升配比的困難度較高。

再生能源屬與自主能源，較不受國際因素影響，再生能源發電易受天候影響，發電量不穩定，僅能提供輔助性能源；而且效率低、成本高(風力發電每度 2 元左右，太陽光電每度 17-22 元)，1999 年後，

政府大力推展再生能源，但目前不含大水力的再生能源僅能源總供給比率的 0.7 %，即便目前立法院審議中的「再生能源發展條例」所訂定的獎勵容量 650 萬 kW 完全達成，以 2007 年的數據為基準，此僅佔總裝機容量的 5% 左右，而實際發電量則佔總發電量不到 2%，因此，對於減碳效果可說是微乎其微。

相對而言，核能則是目前三種低碳能源中提升配比較為可行的方案。首先，以幾個主要國家的核電佔比與電力碳密集度的關係來說明，表 9 與圖 16 為比較了幾個主要國家在不計輸電損失與部門自用的情況下的電力碳密集度，我國電力碳密集度為 0.57kgCO₂/kWh，高於鄰近的日本(0.445kgCO₂/kWh)、韓國(0.364kgCO₂/kWh)，以及歐洲的法國(0.088kgCO₂/kWh)，這些國家的電力之所以碳密集度低，主要原因是核電佔該國電力供應比例較高的緣故，以日本為例，核電佔全國電力供應的 30%，韓國則更高達 39%，法國的核電佔比是全球最高的 78%，因此，它的電力碳密集度只有台灣的 15%。美國(0.611kgCO₂/kWh)和德國(0.613kgCO₂/kWh)的電力碳密集度較我國為高，這兩國的核電佔比和我國接近，然而除了核電外，美國與德國電力來源幾乎靠煤電，因此，電力碳密集度居高不下。尤其是德國，從 2000 年起即採行非核政策，不再增設任何核電廠，因此，降低電力碳密集度只剩下發展再生能源一途，這也是為什麼德國積極發展風力發電、太陽光電等再生能源的緣故，德國也是全球第一個制訂並實施再生能源法的國家。

另一方面，根據東京電力公司(Sustainability Report 2007) 從生命週期(Life Cycle)的角度分析各種發電方式的 CO₂ 排放量，如圖 17 所示，核電和大部分的再生能源一樣，在運轉期間是不會排放二氧化碳，相對於火力發電是可以有效減少溫室氣體的排放。

從上述比較分析可以發現，從淨源減碳的角度而言，核電將是我國現行的最佳選擇方案，因此，具體建議是在確保核能安全及妥善處理核廢料前提下，核一、二、三廠以延役並在既有核電廠加裝新核能機組。一座核電廠從規劃、施工、到商轉起碼要 10-12 年時間，因此，

要實現馬總統 2025 年回到 2005 年的碳排放量的政見，從現在就必須加速規劃增加核電機組。

至於增加核電機組之環境保護議題是一項重要工作，問題牽涉複雜，宜另文詳實分析，等政策工具對節能減碳產生之效益進行評估，研提補充說明及相關替代因應措施

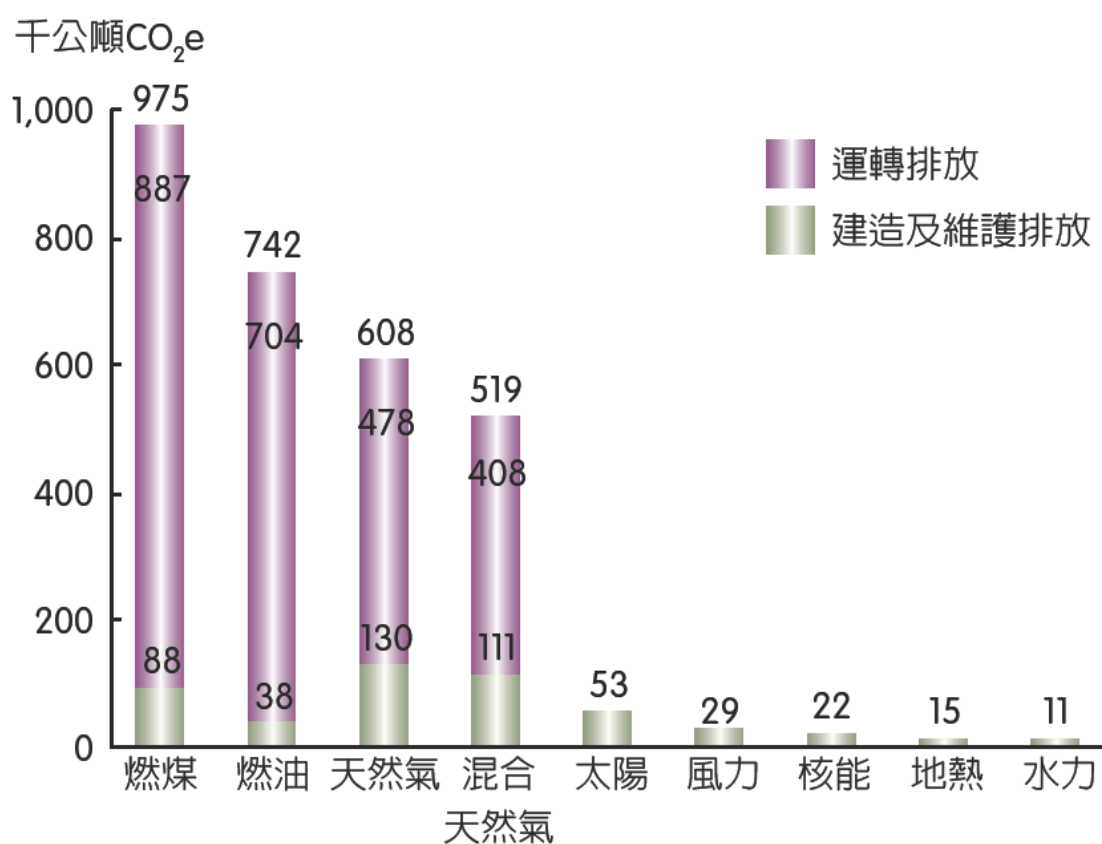


圖 17 各類發電方式生命週期之 CO₂ 排放量，資料來源：東京電力公司 Sustainability Report 2007

建議優先推動技術措施二：提升(火力)發電效率

從圖 15 的能源流圖中可以發現，初始能源如煤、原油等必須經由能源部門(如發電廠、煉油廠)加以轉換成為二次能源，如電力、汽油等，才能夠提供給消費者作為終端能源使用。而能源部門在轉換過程中必然會造成的能量損失，降低能源轉換損失是淨源減碳的重要措施之一。

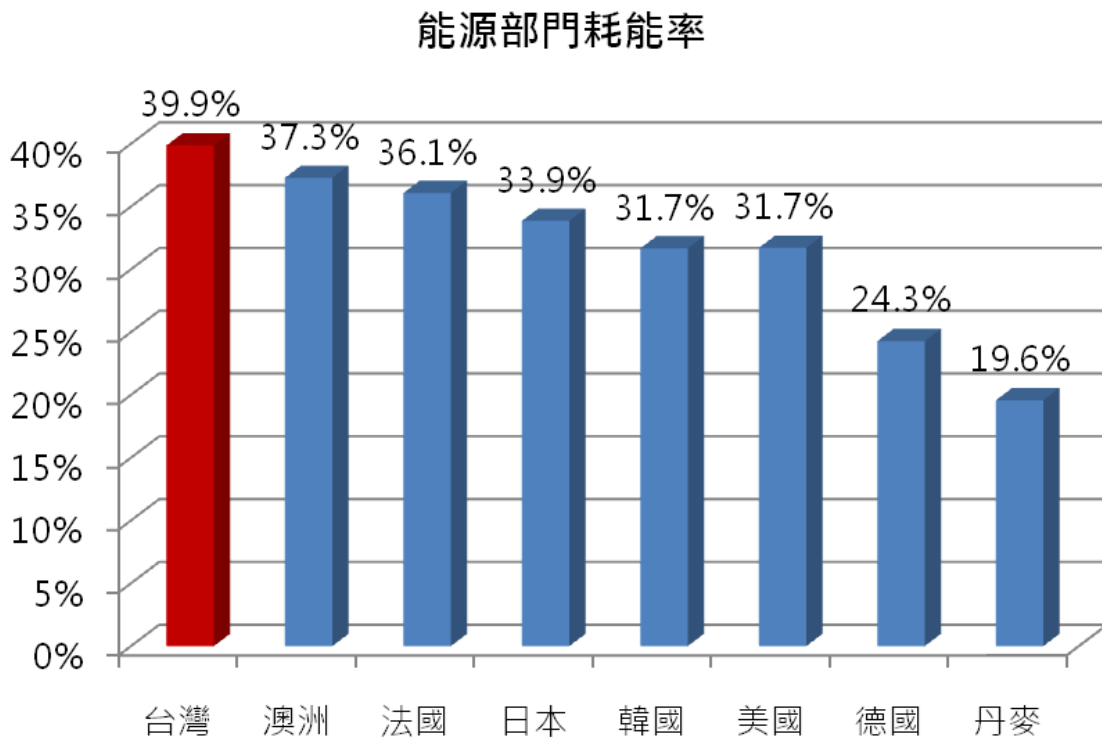


圖 18 2005 年主要國家能源部門能源耗能率比較(不含能源部門自用)，資料來源：IEA

圖 16 比較幾個主要國家在 2005 年能源部門的耗能率(不含能源部

門自用)，能源部門耗能率的定義如下

$$\text{能源部門耗能率} = 1 - \frac{\text{能源終端消費(TFC)}}{\text{初始能源供應(TPES)}}$$

因此，能源部門耗能率愈大表示能源轉換效率愈低，例如發電廠的發電效率、煉油廠的煉油效率。從圖 15 的比較顯示我國能源部門的表現不盡理想，耗能率為所列幾個主要國家最高的，高達 39.9%，換句話說，在轉換過程中，損失比例高達 4 成，我們可以用簡單地比喻(非嚴謹數據)說明這 4 成損失所代表的意義，100kWh 的煤或油，僅能夠發出 60 度的電，100 桶的原油僅能夠提煉出 60 桶的汽油。基本上，能源轉換損失愈大，所產生出來的二次能源的碳排放係數就愈大，這也就是為什麼台灣消費者用度電的碳排放負擔量要比日本來的高的緣故，即便同樣使用一度電，台灣消費者就要比日本消費者多負擔 0.125 公斤二氧化碳排放量⁴。

因此，具體建議加速電廠的汰舊換新，要求新電廠達全球最佳可行發電轉換效率水準(永續能源政策綱領)。事實上，從表 5 的能源部門節能減碳政策(淨源)中，清楚發現，無論是兩次全國能源會議或是現行永續能源政策綱領，都將提升電廠發電效率列為政策，然而，過去 10 年我國電廠發電效率並無任何提升跡象，這可以從電力排放係數分佈趨勢看出端倪。這可以歸咎於我國目前無任何電廠效率評估、稽核機制，目前經濟部能源局為政策執行者，亦為稽核者，不甚合理，才有前述「我國近 10 年來能源消費與 CO2 排放雖然呈現成長趨勢，然成長率已趨於減緩，說明我國近 10 年所推動的節能減碳政策已具有

⁴ 0.57kgCO₂/kWh(台灣)-0.445kgCO₂/kWh(日本)=0.125kgCO₂/kWh

初步成效」的說法出現。如果不把這種球員兼裁判的現象打破，提升電廠效率僅止於口號而已。

第四節 我國運輸部門建議優先採行技術措施

從表 5 的歸納，我們可以清楚發現，相較於其他部門，運輸部門的節能減碳減碳工作成效較佳。運輸部門的基本政策從兩次全國能源會議到永續能源政策綱領，大致上並沒有什麼太大的改變，僅止於遣詞用句的表達方式不同而已，而從表 5 的進一步歸納顯示，我國現行運輸部門的節能減碳政策與 IPCC FAR [1] 所建議的溫室氣體減緩技術幾乎一致。在 PCC FAR [1] 中，針對各國政府運輸部門溫室效應減緩技術與政策措施所提出了四項建議，包括

- 更節約燃料的機動車(如混合動力車、清潔柴油車、生物燃料車)；
- 使用非機動化運具(自行車、步行)；
- 將公路運輸改為軌道與公共運輸模式；
- 土地利用和交通運輸規劃。

而這四項建議的本質就是要建構一個綠色運輸網。我們將上述技術或政策措施簡單歸納為 4 個改變，也就是燃料的改變、運具的改變、模式的改變、以及空間的改變等。以下分別這對這四項改變簡要說明。

4-4-1 燃料的改變 (IPCC: 更節約燃料的機動車輛)

燃料的改變簡單的講就是將目前車輛用的汽油改為更清潔的替代燃料，例如生物燃料；這些替代燃料不僅可以減少溫室氣體，也可以分散能源供應風險。車輛可使用之替代能源包括天然氣、液化石油氣、電力、燃料電池、生質柴油/酒精等，其中最有可能成為明日之星的替代能源應該是燃料電池和生質燃料。燃料電池的商業化運轉時代尚未來臨，但國內已有業著投入機車燃料電池的研發。生物質在運具

上的使用有兩大主流，一為利用能源作物（如甘藷、甘蔗）提煉酒精，並依比例加入汽油引擎車輛；另一為利用回收之廢食用油、能源作物（例如油菜籽、向日葵）、海藻等提煉生質柴油，並依比例加入柴油引擎車輛。以上兩種生質能都涉及能源作物的栽培，在農地使用上具有競爭關係。

表 10 為世界企業永續發展委員會（WBCSD）與國際能源總署（IEA）分析不同的替代燃料的減碳效果，其中，使用柴油取代汽油時減碳效果可達 18%，混合動力技術則可以減碳 30%，使用生物燃料減碳率則在 20-80%，而如果使用無碳氫（燃料電池）作為替代燃料的話則可以達到 100%減碳效果。

表 10 替代燃料/技術之減碳率（以汽油內燃機引擎為基準）

替代燃料/技術	減碳量/車 (%)
1. 柴油	18
2. 混合動力	30
3. 生質燃料	20-80
4. 燃料電池+化石氫氣	45
5. 無碳氫	100

4-4-2 運具的改變（IPCC：使用非機動化運具）

IPCC 建議將機動化運具改為自行車、步行等非機動化交通運輸（Non Motorized Transport, NMT）來減少溫室氣體排放。

在荷蘭，自行車不超過 7.5 公里、步行不超過 2.5 公里的短途旅行非機動化運具扮演了相當重要的角色，已經有高達 47% 旅行是用 NMT 來完成 [20]，由於政府的大力推動之下，騎乘自行車和步行到車站搭乘火車的比例相當高，分別佔了 35-40% 和 25%。根據統計 [21]，歐洲有超過 30% 的汽車旅行距離少於 3 公里，而少於 5 公里的

汽車旅行則超過 50%，事實上這部分的運輸工作都非常適合用 NMT 取代。在丹麥，政府計畫將步行和自行車的比例提升到 18%，因此大幅建構完善的自行車基礎設施以提高短途旅行者的利用率 [22]。在英國，有超過 60% 的居民住在離車站 15 分鐘自行車車程，由於政府提供方便、安全的自行車停車場以及改善載運自行車功能，NMT 的運能大幅提升 [23]。在南美洲波哥大，1998 年有 70% 私人汽車旅行距離在 3 公里以下，由於街道設計不利於自行車行走，因此自行車佔總旅行少於 1%，2001 年，250 公里新的自行車設施修建完成之後，短途汽車旅行比例明顯降低，公共交通工具乘客增加到 4%。

自行車、步行等 NMT 是綠色運輸系統的終端運輸。整體而言，自行車道及人行道的建置、動線的連續與路障的排除、自行車停車位的規劃（見圖 19）等，是推廣使用非機動運具的主軸，而結合接駁導向發展（TOD）的理念，可逐漸營造出綠色交通環境。安全則是 NMT 另一項令人關切的事情。一般而言，利用 NMT 旅行比汽車發生意外事故的風險高，特別是一些開發中國家，而安全可以藉由工程和教育的方法來改善。NMT 的一項重要的好處是健康。



圖 19 日本位於捷運站旁的自行車停車場

4-4-3 模式的改變 (IPCC: 將公路運輸改為軌道與公共運輸)

IPCC 提出運輸模式的改變主要是將公路運輸改為軌道和公共交通系統。也就是從以往以公路為主的點對點的運輸模式改變成為以軌道為主的接駁模式。軌道運輸之效率高於公路運輸，在地狹人稠的台灣，更應優先發展軌道運輸。軌道運輸優於公路運輸之原則確立後，加強接駁（轉乘）設施規劃可進一步擴大軌道運輸服務範圍。

愛台 12 項計畫中的建構全島便捷交通網中 5 項計畫中就有 4 項是軌道運輸建設，包括北中南都會區捷運網、北中南都市鐵路立體化及捷運化、東部鐵路提速（電氣化與雙軌化）計畫、台鐵新竹內灣支線、台南沙崙支線等計畫。在西部的軌道系統的發展方面，係在原有鐵路

整體運輸路網架構下，推動以高速鐵路為聯繫台灣南北客運服務之主軸，透過「台鐵都會捷運化」與「都會區捷運網」，以確實提供「無接縫（Seamless）」之軌道運輸系統服務，並達成紓解都會區交通擁擠與節能減碳之目標。

1997 到 1998 年是國內線航空營運的最高峰，當時被稱為黃金航線的「北高線」每天班次多達一百多班。自從高鐵通車後，乘坐飛機的消費者越來越少，目前現在每天只對飛 2 班，97 年 9 月起將停飛。這種運輸模式轉變，無形中，造就了節能減碳的效果。以下分析說明軌道取代航空運輸的節能減碳效果。

- 2005 年國內航空能源消費量 220 千公秉油當量(MLOE)。
- 西部走廊航空能源消費量 143 千公秉油當量。
- 西部走廊佔國內航空能源消費量 65%(旅客運量比)。
- 因此，西部走廊航空的二氧化碳總排放量 0.565 百萬噸。
- 航空用油的排放系數 71,500 kgCO₂/TJ，IPCC 2006。
- 飛機的能源密集度約為高鐵的 4 倍(高鐵 2006 年報)。
- 高鐵取代航空客運則可以減碳量為 0.423 百萬噸 CO₂。
- 2005 年，台灣總 CO₂ 排放量為 261 百萬噸(能源局)。
- 因此，減碳率約可達 0.16%。

4-4-4 空間的改變 (IPCC: 土地利用和交通運輸規劃)

IPCC 建議藉由土地使用規章與交通運輸基礎設施規劃來影響流動需求，進行有吸引力的公共交通設施和非機動交通的投資。

20 世紀，世界大多數國家都認為，交通基礎設施是經濟發展的基石，要讓經濟持續高度發展就必須開闢四通八達的馬路。因此，政府都是從「供應」運輸的角度出發，特別是要確保交通基礎設施能夠充分支持所有建設計劃需求，而主要採行的方式是「預測與供應

(predict and provide)」，也就是先預測未來交通狀況，然後進行建設（馬路）以符合計畫需求，同時供應充足的車輛。因此，許多城市投入了龐大的資金建設以汽車為主的交通基礎設施，現在經驗告訴我們這是一種最不永續、最不節能減碳的交通系統。這種型態的交通系統在全球普遍存在，尤其是美國，圖 20 比較了美國城市與世界主要城市人口密度與人年均耗能量之關係。根據統計，在美國，都市中平均每位居每年消耗在私人運輸工具的能量是中國都市居民 24 倍，而與經濟狀況和美國相近的歐洲都市相比較，美國都市居民的耗能量大約為歐洲居民的 5 倍 [24]。主要原因在於都市計畫，美國蔓延型的都市型態使得居民們必須做更多、更長的汽車旅行，相對地，住在歐洲都市近郊的居民們雖然一樣要經常旅行，然而因為距離短，可以使用自行車甚至是步行 [25]。這些過度開闢馬路的城市目前都已經開始嘗到苦果，由於自行車與步行在這些城市作的功能已經大幅的下降，因此寬廣街道已經成為「空虛生活 (void of life)」的代名詞。許多商店、學校、政府機構和圖書館因而逐漸從市中心城遷往郊區，而那些無法逃離都市的居民們生活品質明顯下降，例如缺乏公共空間與服務等。當市區學校關閉後，取而代之的是蓋在郊區的學校，因此，父母一大早就要開車載著子女上學，如此更強化了以汽車為中心的交通模式，這使得早上 7:15-8:15 之間，行駛在美國道路上的汽車數量比平常高出 30% [26]，這當然有礙於節能減碳之推動。汽車文化的另一項衝擊則是造就了「坐」的生活型態，因而導致肥胖症的的流行，當然進一步伴隨著增加龐大醫療與健保費用的支出 [27]。

都市計畫涉及土地使用架構，直接影響到未來交通需求型式。為避免造成對小汽車之依賴，在都市計畫作業過程中必須把握混合土地使用特性，全面檢討徒步區的設立，促進腳踏車之使用與大眾運輸導向之都市計畫。結合推動住商混合發展策略，全面檢討法規機制，將綠色交通概念注入相關法規之中。

從上述分析並根據我國國情與技術發展現況，建議我國優先推動項目：

- 推動節/潔能運具
- 發展大眾運輸系統、強化運輸管理

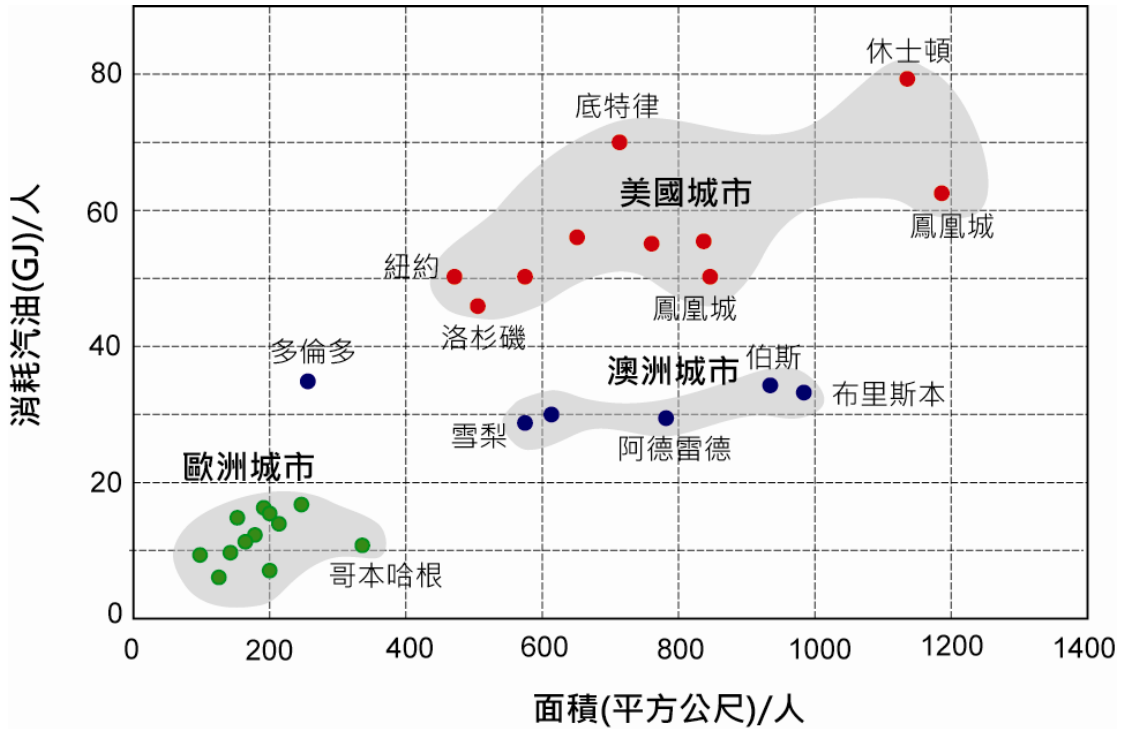


圖 20 世界主要城市人口密度與人年均耗能量之關係

第五節 我國住商部門建議優先採行技術措施

表 5 歸納所列出兩次全國能會議與永續能源政策綱領之住商部門共同推動項目包括：

1. 建築耗能指標
2. 綠建築

3. 電器能源效率
4. 節能照明
5. ESCO
6. 造林

其中前兩項，建築耗能指標與綠建築，政府已經喊了 10 年了，目前仍無任何實質的推動計畫，遑論推動績效。基本上，主管機關目前就連建築內的空調系統節能設計基準與技術規範都未訂定完成，如何推行新建建築物之外殼之節能管理？既然做不到或不做，那就不必納入規劃中，因此，不建議納入優先推動項目中。

關於第三項電器能源效率部分，主管機關雖然目前已經對幾種電器，如高無風管冷氣機、電冰箱、螢光燈管用安定器之完成中長期能源效率基準公告，已具初步成效，一般民眾對節能產品的認知與喜好程度愈來愈高，因此，提升用電器具耗能標準是有效且可行之節能減碳方案，並應將耗能標準納入滾動式修法(能源管理法)的制度中，甚至於可以考慮採行日本所推動的 Top-Runner 制度。

第四項本質上與第三項同，唯目前政府已經將高效能照明設備(LED)納入重大產業推動，因此，建議納入優先推動方案，以收相乘效果。

第五項推動能源服務業(Energy Service Cooperation)，我國過去並這方面並無推動經驗，不過，目前 ESCO 也是全球主要國家在推動溫室氣體減量的策略之一，唯須考慮其法源依據，因此，納入優先推動政策措施。

第六項造林，將其納入住商部門之推動項目其象徵意義大於實質意義，畢竟住商部門僅能小範圍植樹，不可能大規模造林，因此對於減碳功效不大。況且造林本身屬於 LULUCF，因此，應該列為農林部門與環保部門共同推動項目。

上述分析已經清楚排除 1, 2, 5, 6 作為住商部門優先推動技術項目，進一步對照 IPCC FAR [1]之建議技術措施，具體建議我國住商部門優先推動技術措施：

提升用電器具能耗標準

推動節能照明革命(LED)

第六節 我國產業部門建議優先採行技術措施

根據表 5 歸納之產業部門共同推動項目包括：

1. 產業結構調整
2. 自願性減量→盤查→登錄→查驗→認證→核配碳排放額度
3. 能源市場自由化
4. 汽電共生政策
5. 發展綠色能源產業

其中，第一項產業結構調整，10 幾年來，可說只見樓梯響，未見人下來。早在 1998 年全國能源會議政府就強調將鼓勵朝高附加價值、低耗能、高產業關聯效果之產業發展。而台灣能源密集度一直處在高檔，最近幾年才有下降的趨勢。然而石化、鋼鐵、紡織、電子及電機等工業為我國主要之產業，對經濟成長貢獻甚多，但亦為 GHG (溫室氣體) 排放之大宗。我國目前無任何明確政策進行上述產業結構調整。

第二項 Cap and Trade 屬與政策措施。1998 年全國能源會議之後，經濟部開始推動能源密集產業的「自願性減量」以及環保署推動的半導體與 TFTLCD 的 non-CO2 自願性產量協定，然而，缺乏產業溫室氣體盤查/登錄/查驗制度的建立，亦缺乏認證機制，導致能源密集產業節能量與溫室氣體減量不易認定，此外，政府的獎勵誘因不足(日本補助減量費用，英國降低能源稅)，喪失該制度的有效性。本項措施應

列為政策措施優先堆動項目。

第三項市場自由化，能源市場自由化與能源價格合理化是同一件事情，若能源價格一直作為政策工具的話，能源事業自由化就是緣木求魚，能源市場自由化時能源價格必然合理化。能源市場自由化對實質減量無直接貢獻，無政策推動之急迫性。

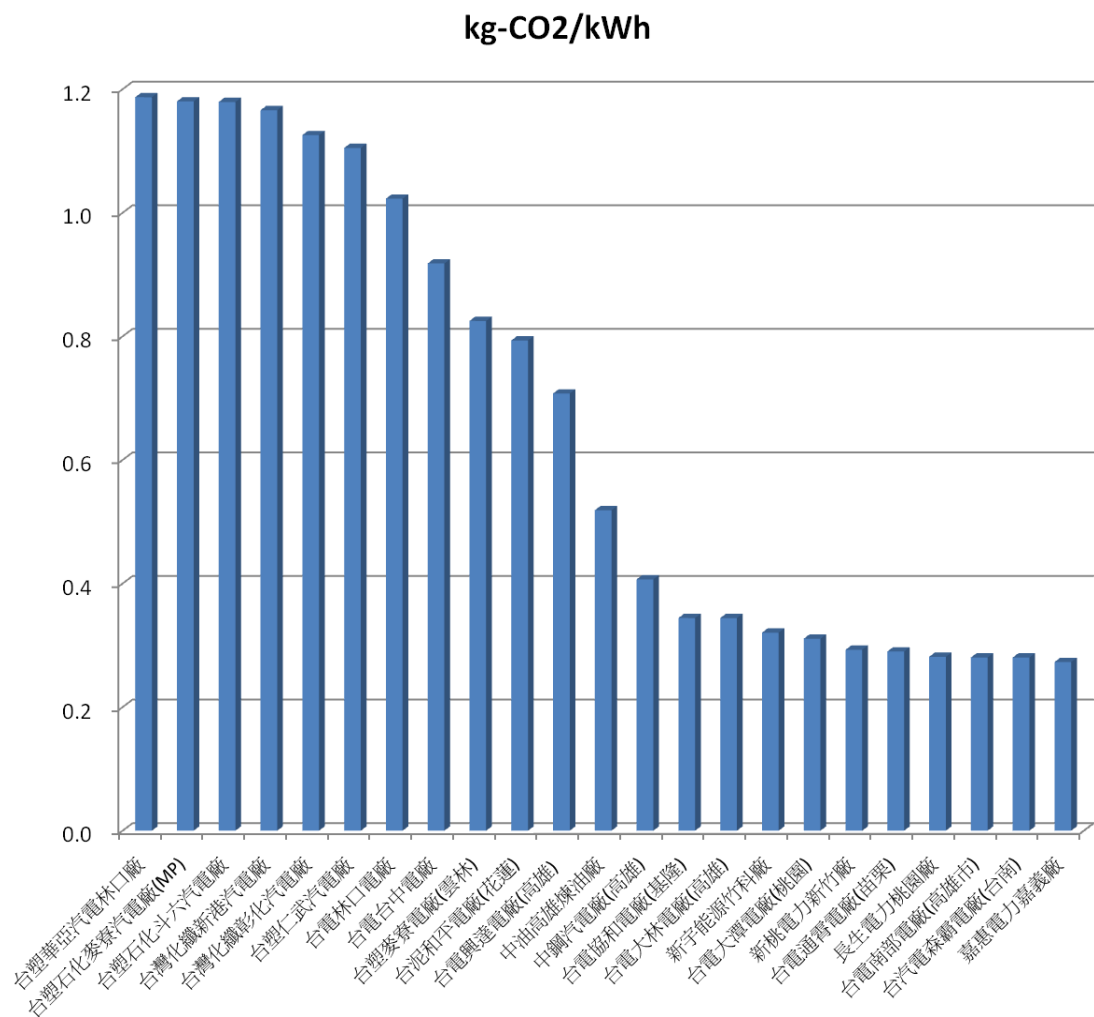


圖 21 我國火力電廠碳強度比較，資料來源：Carbon Monitoring for Action, 2007

第四項汽電共生電廠，根據 CARMA 資料庫的數據顯示，如圖 21 所示，我國汽電共生電廠的碳強度遠高於一般火力電廠，碳強度前 6 名分別是台塑華亞林口汽電廠、台塑華亞麥寮汽電廠、台塑石化斗六汽電廠、台灣化纖新港汽電廠、台灣化纖彰化汽電廠、台塑仁武汽電廠，都是汽電共生電廠，況且，我國目前已無缺電問題，建議停止推動。

第五項發展綠色能源產業，這是全球競爭型產業，不僅有助於節能減碳，更可以開創創造新的能源經濟。我國在再生能源產業逐漸成長，例如 LED、太陽光電、燃料電池產業等。建議列入優先推動技術措施。

根據上述分析並對照 IPCC FAR [1]之建議技術措施，具體建議我國產業部門優先推動技術措施：

- 提升製程技術效率(含電氣與設備)
- 發展綠色能源產業

第七節 我國政府部門節能減碳政策所面臨之困境

美國因石油危機，聯邦政府於 1970 年代初期成立掌理國家能源事務二級機構能源發展研究署（ERDA），1970 年代後期，提升為今日的能源部（Department of Energy）；韓國除了內閣設立了商工與能源部(Ministry of Commerce Industry and Energy)之外，於 2006 年在總統府成立國家能源委員會（National Energy Committee），作為國家最高能源決策機構⁵，中國大陸已於 2008 年在國務院下設立國家能源局，

⁵ 2006 年 11 月 28 日，韓國根據能源基本法成立國家能源委員會（National Energy Committee），作為國家最高能源決策機構，其首要

統籌國家能源政策之規劃與推動。英國也於 2008 年底成立能源與氣候變遷部(Department of Energy and Climate Change)負責能源與溫室氣體減量的政策規劃與推動。表 11 為主要國家能源主管部門現況。

表 11 主要國家能源主管部門位階

國家	能源部門主管機關	位階	成立時間
美國	能源部 Department of Energy	部會	1977
俄羅斯	工業與能源部 Ministry of Industry and Energy	部會	2004
印度	新與再生能源部 Ministry of New and Renewable Energy	部會	2006
韓國	總統府：國家能源委員會 National Energy Committee 內閣：商工與能源部 Ministry of Commerce Industry and Energy	部會	2006
中國	國家能源局 National Energy Agency	部會	2008
英國	能源與氣候變遷部 Department of Energy and Climate Change	部會	2008
台灣	經濟部能源局 Bureau of Energy, MOE	部會所屬 一級機關	2004
建議：成立「能源部」、制定「能源基本法」			

的任務是要制定國家基本能源規劃和能源需求與供應規劃，在國內外開發能源資源，制定原子能政策，協調能源政策和事務。25 名成員包括總統、總理，產業資源部、財政經濟部、科學技術部、環境部、外交通商部、建設交通部、企劃預算部等部部長和 16 名來自能源領域專家和市民組織的代表，其中總統擔任主任，總理任副主任。

我國能源與二氧化碳減量政策推動所面臨之困境歸納如下：

1. 政策位階過低：國家能源問題牽涉廣泛，除了經濟發展和民生問題，還與國家安全、氣候變遷、和環境保護息息相關，必須以國家發展戰略的眼光與格局來規劃。目前我國節能減碳政策推動位階過低，專業意見也不易為政府高層重視，使得能源與二氧化碳減量政策的公共政策議題更不受重視，甚至成為解決政治議題的犧牲品。
2. 政策缺乏一致性：能源與二氧化碳減量政策相當重要的特性之一是要有長期性、一致性、前瞻性，政府必須為未來的需求做準備，而不是從事短線操作。例如，英國所提出的能源政策是針對未來五十年的方向未雨綢繆，而中國大陸在其即將制定的「能源法」中也明文規定「國家能源戰略的戰略期為二十至三十年，每五年評估、修訂一次，必要時可以適時修訂」。然而，近年來我國的節能減碳政策卻與此原則背道而馳，1998年在因應京都議定書的全國能源會議上，為了降低二氧化碳排放量，預定將核能發電的比例提高至 19-20%。但 2000 年民進黨執政後，冒然停建核四，擬以燃氣發電、再生能源發電甚至燃煤發電取代核能發電。這些政策多數未經過完善的專業可行性評估，缺乏實際的數據驗證。過去政府在不做出替代發案完整規劃前即率爾做出政策改變決定，使民眾對政府產生疑慮，也影響了經濟的發展。更造成政策一再變動，更影響能源政策的前瞻性與一致性。
3. 決策機制紊亂：我國近年來節能減碳政策制訂模式都藉由非體制內的「全國能源會議」或者「經發會」與「經續會」等大拜拜模式的會議結論進行規劃，如此決策過程缺乏整合，甚至相互衝突，無法使能源政策制定過程充分做到制度化。例如，民進黨政府規劃的「能源發展綱領政策」，就有「94(2005)年全國能源會議結論」、「國家經建計畫目標(大投資、大溫暖計畫)」、「溫室氣體減量法(草案)減量目標」、「94(2005)年全國能源會議修正版」等多達

4種方案，各唱各的調，莫衷一是，唯有先確立能源政策的中性本質，才能夠避免各方角力，制定出屬於台灣可長可久的能源政策。

4. 政策缺乏優先順序：在政策上並沒有突顯對特定能源問題的優先順序，例如究竟是節能優先還是開發能源來源優先？是發展再生能源技術優先還是節能技術優先？如能釐清問題的急迫性，決定政策的優先次序，能源政策才會更有效率。中國大陸在其即將制定的「能源法」中確立「能源開發利用應當貫徹節約資源的基本國策，堅持節約與開發並舉、節約優先的基本方針」。
5. 法令工具不完備：就法令體系本身而言，缺乏統領能源法律部門的基本法造成政策實施時諸多困擾，現有能源由一些單行法律法規組成，彼此間存有法律競合、適用順序、甚至衝突與矛盾，有些法令(能源管理法)制定於上世紀中期，已經無法滿足所在行業的需求，因此，能源法律部門需要有一部基本法作為綱領，把涉及整個法律的基本原則、制度和內在邏輯關聯確立下來。例如，藉由能源基本法來規範國家能源配比，如此，草擬中的再生能源發展條例(草案)中的獎勵發電額度就有訂定的依據，而紛擾多年影響經濟甚鉅的核四停建事件也不至於發生。
6. 台灣能源政策制訂都藉由非體制內的「全國能源會議」或者「經發會」與「經續會」等大拜拜會議的結論進行規劃，只要是大家一起決策，就是大家都不必負責的政策，制定後的政策考核機制紊亂，導致能源效率每況愈下，溫室氣體排放節節升高。

要解決上述我國推動節能減碳政策之困境，政策制定必須做充分制度化與透明化，而且政策成敗要必須有人出面負責。因此，唯有成立部會層級的「能源部」與制訂「能源基本法」一途。具體建議：

1. 整合行政院原子能委員會、經濟部能源局、國營事業委員會等能源主管單位，成立「能源部」，主要職能在於綜整制訂能源與二氧化碳減量政策，監管能源生產、轉換與消費，統合二氧化碳減

量之行政機制(盤查/登錄/查驗/認證/核配)與 CO2 限量管制與交易 (cap and trade)制度，並加強在國際能源與氣候變遷領域合作。

2. 制定統領能源與二氧化碳法律部門的根本大法-「能源基本法」，藉以規範有關能源綜合管理、規畫能源戰略，能源使用與開發，市場競爭規則、環境保護，二氧化碳減量、社會公義與能源科技等能源相關事項之法令。並將現有的「能源管理法」、「石油管理法」、「電業法」、「天然氣事業法」等單行能源相關法令一併整合，而即將制定的「再生能源發展條例(草案)」和「溫室氣體減量法(草案)」、「能源稅條例(草案)」也有所依據。能源部門法律架構詳見圖 22。

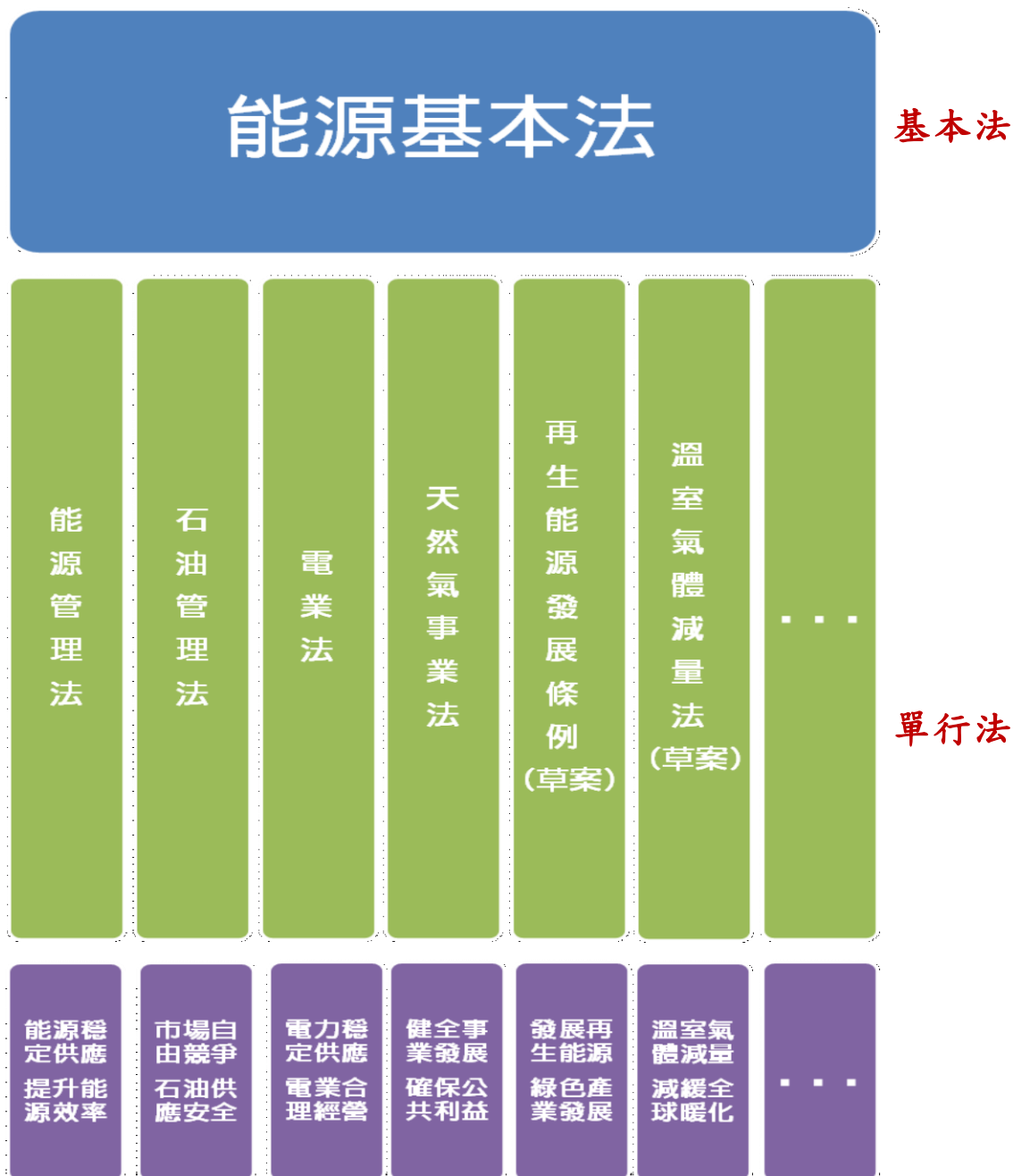


圖 22 我國節能減碳部門法律架構建議

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

第五章 結論與建議

第一節 部門優先採行技術與政措施具體建議

本研究歸納我國現階段部門採行技術與政策措施建議，如表 12 所示。本建議表乃根據前述「我國節能減碳政策成效評估、檢討與建議(表 5)」，並參照 IPCC FAR [1]建議部門溫室氣體減量技術與政策措施所歸納而得。基本上，這些具體建議均為已被證明在節能減碳上有有效的政策、措施和手段[1]。表 12 就能源、運輸、住商與產業等 4 大部門研提優先採行技術與政策措施之具體建議。在個別部門分成「立即可行」與「中長期推動」建議，而立即可行項目之下各部門分別提供兩項優先落實的技術與政策措施。在政策措施方面，有些是跨部門實施，例如能源管理法就橫跨了運輸部門與住商部門。本表中最後一欄註明了各項技術與政策措施之主、協辦機關，以利施政參考。

第二節 提升我國節能減碳決策層級與法律位階之具體建議

1. 成立「能源部」：本研究具體建議整合行政院原子能委員會、經濟部能源局、國營事業委員會等能源主管單位，成立「能源部」。成立或整合統籌推動能源與溫室氣體減量部門乃各國因應後京都的與全球氣候變遷與能源短缺問題重要手段之一。摒棄過去無人負責的大拜拜式決策機制(全國能源會議)，成立權責相符的專業能源部門，我國才能夠在績效不彰的溫室氣體減量與低能源生產力中奮起而上。
2. 制定「能源基本法」：本研究具體建議在現行的能源單行法之上，制訂一部上位的「能源基本法」，藉以規畫國家能源與溫室氣體

減量戰略，並規範能源綜合管理、能源使用與開發、市場競爭規則、環境保護，二氧化碳減量、社會公義、以及節能減碳科技發展等相關事項之法令。

表 12 我國現階段部門優先採行技術與政措施具體建議

部門	分類	立即可行		中長程推動	主、協辦機關
		優先推動	一般推動		
能源部門	技術措施	<ul style="list-style-type: none"> • 增加核電配比(機組) • 提升(燃煤)發電效率 	<ul style="list-style-type: none"> • 再生能源(太陽能、風能等) • CCS 早期應用(如儲存清除CO2的天然氣) 	<ul style="list-style-type: none"> • 螫碳技術(CCS)用於燃氣、生物質或燃煤發電設施 • 先進核電 	主辦機關： 經濟部 協辦機關： 國科會、原能會
	政策措施	<ul style="list-style-type: none"> • 課徵能源稅：制定「能源稅條例」 • 獎勵綠色能源：通過「再生能源發展條例」 	<ul style="list-style-type: none"> • 推動再生能源義務機制 	<ul style="list-style-type: none"> • 先進再生能源，包括潮汐能和海浪能、聚光太陽能、和光伏電池 	主辦機關： 財政部、經濟部
運輸部門	技術措施	<ul style="list-style-type: none"> • 推動節/潔能運具 • 發展大眾運輸系統、強化運輸管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 綠色交通運輸規劃之土地利用模式 	<ul style="list-style-type: none"> • 第二代生物燃料 • 高效運具 • 先進的電動車、混合動力車，其電池儲電能力更 	主辦機關： 交通部 協辦機關： 經濟部、國科會、內政部

	政策 措施	<ul style="list-style-type: none"> 提升車輛能耗標準：滾動式修定「能源管理法」 投資大眾運輸及規劃非機動車輛交通設施 	<ul style="list-style-type: none"> 道路交通運輸的強制性節約燃料 生物燃料混合物和CO2排放標準 通過土地利用規章和基礎設施規劃影響流動需求 	強、使用更可靠	<p>主辦機關： 交通部</p> <p>協辦機關： 經濟部、內政部</p>
住商部門	技術 措施	<ul style="list-style-type: none"> 提升用電器具能耗標準 推動節能照明革命(LED) 	<ul style="list-style-type: none"> 推行新建建築物之外殼與空調系統節能設計與管理 推動「低碳節能綠建築」 	<ul style="list-style-type: none"> 商用建築的一體化設計，包括技術，諸如提供回饋和控制的智慧型儀器表 太陽光伏電池一體化建築(BIPV) 	<p>主辦機關： 經濟部</p> <p>協辦機關： 國科會、內政部</p>
	政策 措施	<ul style="list-style-type: none"> 提升家電耗能標準與標章：滾動式修定「能源管理法」 推動能源服務業(ESCO)：納入「能源管理法」修法 	<ul style="list-style-type: none"> 推動政府部門引導型計畫，包括綠色採購、節能減碳示範 導入Top Runner制度 		<p>主辦機關： 經濟部</p> <p>協辦機關： 內政部、國科會</p>
產業部門	技術 措施	<ul style="list-style-type: none"> 提升製程技術效率(含電器與設備) 發展綠色能源產業 	<ul style="list-style-type: none"> 熱電回收技術 材料回收利用和替代 控制 non-CO2 氣體排放 	<ul style="list-style-type: none"> 提高能源效率 CCS技術用於水泥、氨和鋼鐵的生產 惰性電極用於鋁 	<p>主辦機關： 經濟部</p> <p>協辦機關： 國科會、環保署</p>

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

	政策 措 施	<ul style="list-style-type: none">• 推動自願減量協議：通過「溫室氣體減量法」• 推動碳權交易：通過「溫室氣體減量法」		的生產。	主辦機關： 環保署 協辦機關： 經濟部、國 科會
--	--------------	---	--	------	--------------------------------------

參考文獻

1. IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007, 2008
2. 美國能源部能源資訊管理局網站，<http://www.eia.doe.gov>
3. ENERGY POLICY ACT OF 2005, PUBLIC LAW 109-58—AUG. 8, 2005, CONGRESSIONAL RECORD, Vol. 151 (2005),
http://www.epa.gov/oust/fedlaws/publ_109-058.pdf
4. ADVANCED ENERGY INITIATIVE, National Economic Council, February 2006,
http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/energy/energy_booklet.pdf
5. Hydrogen Fuel Initiative,
http://www.hydrogen.gov/thepresidentshydrogen_fi.html.
6. FutureGen,
<http://www.fossil.energy.gov/programs/powersystems/futuregen/>
7. Renewable Fuel Program,
<http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/>

8. Towards a European Strategic Energy Technology Plan(SET Plane),
COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES Brussels,
10.1.2007, COM(2006) 847; also in IEA Energy Policies Review: The
European Union 2008, ISBN: 978-92-64-04337-4
9. Meeting the Energy Challenge, A White Paper on Energy, May 2007,
Department of Trade and Industry, UK
10. 計畫已經終止。
11. Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer
Energien, 26.11.2003, Nr. 234
12. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare
Energien Gesetz, EEG)
13. <http://www.iea.org/Textbase/pm/?mode=re&id=83&action=detail>
14. <http://www.iea.org/Textbase/pm/?mode=re&action=result>
15. 能源使用合理化法律(節約能源法)
16. Japan Hydrogen and Fuel Cell Demonstration Project,
<http://www.jhfc.jp/e/index.html>

17. The Promotional Law of New and Renewable Energy Development, Use and Dissemination (Revision of the 1987 Promotional Law of New and Renewable Energy Development)
18. Energy Policies of IEA Countries-Korea,
http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/Korea_comp04.pdf
19. Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, 26.11.2003, Nr. 234
20. Rietveld, P., 2001: Chapter 19 Biking and Walking: the Position of Nonmotorized Transport Modes in Transport Systems. In Handbook of Transport Systems and Traffic Control. D.A. Hensher and K.J. Button,(eds.), Pergamon, pp. 299-319.
21. EC, 1999: Cycling: The Way Ahead for Towns and Cities. European Commission, Brussels, 61 pp.
22. Dill, J. and T. Carr, 2003: Bicycle Commuting and Facilities in Major U.S. Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them. Transportation Research, 1828, pp. 116-123.
23. ECMT, 2004, National Policies to Promote Cycling, OECD, 91 pp.

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

24. An interview with Dr Reid Ewing, Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity, American Journal of Health Promotion, 18: 47-57 (2003).
25. Transport Energy Use and Greenhouse Emissions in Urban Passenger Transport Systems, A Study of 84 Global Cities.
26. Ewing, R and R Cervero, Travel and the Built Environment: A Synthesis, Transportation Research Record, 1780, 87-114 (2001).
27. U.S. Centers for Disease Control and Prevention, Active Transportation to School Then and Now, Barriers and Solutions.

附錄一 IPCC(2007)建議關鍵行業減緩技術，政策和措施，制約因素和機遇的實例

行業	當前商業上可提供的關鍵減緩技術和做法;預估2030年之前能夠實現商業化的關鍵減緩技術和做法用斜體字表示	已證明在環境上有 效的政策、措施和手段	關鍵制約因素或 機遇(正常字體= 限制因素;斜體字 =機遇)
能源供應	改進能源供應和配送效率;燃料轉換:煤改氣;核電;可再生熱和電(水電、太陽能、風能、地熱、和生物能);熱電聯產;儘早利用CCS(如:儲存清除CO ₂ 的天然氣);碳捕獲和封存(CCS)用於燃氣、生物質或燃煤發電設施;先進的核電;先進的可再生能源,包括潮汐能和海浪能、聚光太陽能、和太陽光伏電池	減少對化石燃料的 補貼;對化石燃料徵收的碳稅或碳費	既得利益者的阻力可能使實施工作變得困難
		針對可再生能源技術的上網電價;可再生能源義務;生產商補貼	<i>也許適合建立低排放技術的市場</i>
交通運輸	更節約燃料的機動車;混合動力車;清潔柴油;生物燃料;方式轉變:公路運輸改為軌道和公交系統;非機動化交通運輸(自行車,步行);土地使用和交通運輸規劃;第二代生物燃料;高效飛行器;先進的電動車、混合動力車,其電池儲電能力更強、使用更可靠。	道路交通運輸的強制性節約燃料、生物燃料混合物和CO ₂ 排放標準	涵蓋部分車型也許會影響成效
		車輛購置稅、註冊稅、使用稅和機動車燃料稅;道路和停車費用的定價	隨著收入的增加,成效也許會降低
		通過土地利用規章和基礎設施規劃影響流動需求;為有吸引力的公共交通設施和非機動交通投資	尤其適合那些正在建設交通體系的國家。
建築	高效照明和採光;高效電器和加熱、製冷裝置;改進炊事爐灶,改進隔熱;被動式和主動式太陽能供熱和供冷設計;替換型冷凍液,氟利昂氣體的回收和回收利用;商用	家電標準和標籤	定期修訂所需的標準
		建築法規與認證	對新建築物具有吸引力。難以實行。

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

	建築的一體化設計，包括技術，諸如提供回饋和控制的智慧型儀器表；太陽光伏電池一體化建築	需求方管理計畫	需要建立規章制度，使公用事業能夠獲益。
		公共行業領導計畫，包括採購。	政府採購能夠擴大對高能效產品的需求。
		針對能源服務公司(ESCO)的激勵措施	成功因素：有權從協力廠商獲得融資
工業	高效終端使用電氣設備；熱、電回收；材料回收利用和替代；控制非CO2氣體排放；和各種大量流程類技術；提高能效；碳捕獲和封存技術用於水泥、氨和鐵的生產；惰性電極用於鋁的生產	提供基準資訊；績效標準；補貼、稅減免	可適當鼓勵吸收技術。鑒於國際性競爭，保持國家政策的穩定很重要。
		可交易許可證	可預測的分配機制和穩定的價格信號對於投資很重要。
		自願協議	成功因素包括：明確的目標，基線情景，協力廠商參與設計、評估和正式監督；政府與工業界之間密切合作。
農業	改進作物用地和放牧用地管理，增加土壤碳儲存；恢復耕作泥炭土壤和退化土地；改進水稻種植技術和牲畜及糞便管理，減少CH4排放；改進氮肥施技術，減少N2O排放；專用生物能作物，用以替代化石燃料使用；提高能效； 提高作物產量	為改進土地管理、保持土壤中碳含量、有效使用化肥和灌溉的財政激勵措施和規章制度。	可鼓勵與可持續發展以及與減少對氣候變化的脆弱性共同發揮協同作用，從而克服實施過程中各種障礙。
林業 / 森林	植樹造林；再造林；森林管理；減少毀林；木材產品收穫管理；使用林產品獲取生物能，以便替代化石燃料的使用；改進樹種，增加生物質產量和碳固化。 改進遙感技術，用以分析植被 / 土壤的碳封存潛力，並繪制土地利用變化圖	為擴大森林面積、減少毀林以及為維護並管理森林而採取的財政激勵措施(國家和國際)；土地利用規章及推行工作	制約因素包括缺乏投資資本和土地所有制問題。能夠有助於消除貧困。
廢棄物	填埋甲烷回收；廢棄物焚燒，回收能源；有機廢棄物堆肥；控制性污水處理；回收利用和廢棄物最少	旨在改進廢棄物和污水管理的財政激勵措施	可激勵技術的推廣

附錄

	化；生物覆蓋和生物過濾，優化CH4 氧化流程	可再生能源激勵措施或義務	在當地提供低成本燃料
		有關廢棄物管理的規章制度	在國家層面最有效地採用，並具有配套的落實到位的策略

附錄二：初審意見表與回覆意見

項目	審查意見	意見回覆與修正情形
研究架構 (研究範圍、理論基礎及架構層次、研究設計等)	本研究主要係透過檢視我國近10年節能減碳相關政策與措施及執行成效，進而研析先進國家節能減碳政策與具體措施，據以研提未來國家因應策略，論述邏輯與架構尚屬妥適，惟仍宜依原計畫書所定4項研究重點加以充實。	本修正稿已針對原計畫書所定4項研究重點加以充實，謝謝委員意見。
資料蒐集 (資料來源或問卷設計抽樣母體、抽樣方法及過程、樣本代表性)	國外資料蒐集來源多為引述美國能源資訊管理局(EIA)與國際能源總署(IEA)等統計資訊，至於德國、英國、日本、韓國等國節能減碳相關研析內容，並未註明資料來源、出處。另宜增加蒐集我國歷年二氧化碳排放資料與能源需求資料，俾進行深入比較分析。	1 德國、英國、日本、韓國等國節能減碳相關研析內容資料來源、出處已標註並列於參考文獻中，請參閱修正稿第27頁(表2)。 2 「我國歷年二氧化碳排放資料與能源需求資料」已經補列入修正稿中，請參閱修正稿第42-46頁。
資料分析 (包括資料分析方法及其說)	資料分析係以兩次全國能源會議結論以及永續能源政策綱領為依據，並參酌國外資訊進行書面文獻資料的比較分析與檢	1. 「京都議定書對我國能源使用及產業發展之影響分析」已納入本修正稿中，請參閱修正稿第14-17頁。

<p>明)</p>	<p>討，惟應增加京都議定書對我國能源使用及產業發展之影響分析，以及針對能源使用效率的提高與節約能源政策的關係、不同能源價格管制政策等政策工具對節能減碳效益之評估與因應措施加以深入分析，以周延政策考量。</p>	<p>2. 由於本研究之工作重點在於進行我國過去節能減碳政策之總檢討，再從現行政策中歸納可行之方案，至於個別技術措施或政策工具對節能減碳之影響分析，例如，「不同能源價格管制政策等政策工具對節能減碳效益之評估與因應措施」、「增加核電機組之環境影響評估與節能減碳益進估」、「能源使用效率的提高與節約能源政策的關係」等基礎性與專論性議題，本研究中並不進行實質討論。見本修正稿第 17-18 頁。</p>
<p>研究發現或結論 (是否具體、適切)</p>	<p>研究結論參酌「節能減碳行動方案」撰擬架構，就能源、運輸、住商與產業等 4 大部門研提優先採行技術與政策措施之具體建議，頗值未來施政參考，惟為利具體落實執行，各建議事項宜分為立即可行建議及中長程建議，；並註明主、協辦機關。</p>	<p>本修正稿已將建議事項依分為「立即可行建議」及「中長程建議」，並註明主、協辦機關，請參閱修正稿第表 12 (94 頁)。</p>

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

<p>建議事項 (是否具體可行、具參考價值等)</p>	<p>研究建議推動方向明確，具體可行，頗具參考價值。</p>	<p>謝謝審查委員意見。</p>
<p>文字措辭 (包括措辭適切性、語意明確性及段落結構等)</p>	<p>文字措辭、段落結構尚屬適切，惟有關部分章、節、段之編號依序應為一、(一)、1、(1)，另編號誤繕(如第38頁「3.社會大眾：」應修正為「5.社會大眾：」)、頁眉格式等請依行政院研考會專案研究作業要點相關規定修正。</p>	<p>1. 繕誤部分已修正，謝謝。 2. 本修正稿格式已依行政院研考會專案研究作業要點相關規定修正。</p>

項次	審查意見	意見回覆與修正情形
一	本研究分 5 章，分別為緒論、研究方法、近年來主要國家部門減量政策與具體措施、我國節能減碳政策成效檢討、結論與建議。由於第二章「研究方法」內容篇幅不多，建議併入第一章「緒論」，並就我國節能減碳問題分析、相關案例、論證及分析或選擇方案策略分析及建議書等，增加章節補充說明，尤其是我國歷年能源需求與二氧化碳排放資料整理分析等。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已依委員建議將第二章「研究方法」併入第一章「緒論」。 2. 已依委員建議納入我國歷年能源需求與二氧化碳排放資料並整理分析，見修正稿 3-1 節(42-46 頁)。
二	本研究為政策建議書，因此對於政府目前推行之節能減碳措施是否能夠具體發揮效果，政策目標是否能夠達成，以及管考機制的改進等，建議予以深入探討與分析，並以較具體之陳述提供建議，俾提供委託單位更清楚之未來研究與改進方向。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已針對過去政府推動之節能減碳措施政策管考機制與節能減碳措施之成效提進行檢討並提出改進建議，見修正稿 3-2、3-3 節(46-61 頁)。 2. 本研究已提出具體之陳述提供建議，提供政府更清楚之未來改進方向，見表 12。
三	政策建議書內容明確建議增加核電機組為優先方案一節，為周延顧慮各界反應，宜就環境保護議題等政策工具對節能減碳產生之效益進行評估，研提補充說明及相關替代因應措施。	由於本研究之工作重點在於進行我國過去節能減碳政策之總檢討，再從現行政策中歸納可行之方案，至於個別技術

		措施或政策工具對節能減碳之影響分析，如「增加核電機組之環境影響評估與節能減碳益進估」等專論性議題，本研究中並不進行實質討論。見本修正稿第 17-18 頁。
四	有關國外推動節能減碳策略部分，僅蒐集臚列歐盟、德國、英國、美國、日本與韓國最新節能減碳政策與具體措施，建議就各國執行成效進行比較、分析，並提供原始資料來源出處納入參考文獻，以供未來規劃參考。	德國、英國、日本、韓國等國節能減碳相關研析內容資料原始資料來源出處已標註並列於參考文獻中，請參閱修正稿表 2 (27 頁)。而各國執行成效已呈現於圖 8、13、14。
五	京都議定書為節能減碳重要國際規範，其對我國能源使用及產業發展之影響議題亦為研究重點之一，建議強化相關研析內容與論述。	「京都議定書對我國能源使用及產業發展之影響分析」已納入本修正稿中，請參閱修正稿第 14-17 頁。
六	所提我國現階段能源、運輸、住商與產業部門優先採行技術與政策措施建議，應區分何者為立即可行建議及中長期建議，且並列出相應之主協辦機關，以利未來推動參考。	本修正稿已將建議事項依分為「立即可行建議」及「中長程建議」，並註明主、協辦機關，請參閱修正稿表 12 (94 頁)。

附錄

七	研究團隊於 97 年 10 月 3 日召開之節能減碳政策規劃座談會會議紀錄，請納入報告附錄。	修正稿已依委員建議座談會會議紀錄納入報告附錄，謝謝。
八	建議書內容格式應修正部分如後附期末報告初審意見表。	修正稿已依委員建議將修正意見表附於期末報告，謝謝。

附錄三：節能減碳政策規劃座談會邀請函暨會議紀錄

主辦單位：國家政策研究基金會

時間：97年10月3日下午14:30

地點：北市杭州南路一段16號1樓會議室

討論題綱

- 京都議定書等國際規範對我國能源使用及產業發展的影響。
- 國內外推動節能減碳策略及成效比較。
- 我國推動節能減碳政策全面檢討。
- 推動節能減碳政策規畫。
- 能源稅、碳稅與排放許可權證交易制度等政策工具對溫室氣體減量分析之達成效率。

主持人：永續組陳召集人世圯、黃特聘研究員鎮江

受邀貴賓：

經濟部能源局葉局長惠青、環保署楊處長慶熙、內政部建築研究所何所長明錦、台綜院吳副院長再益、中研院經濟所梁研究員啟源、台大國際企業系盧教授信昌、中山大學機電系謝教授曉星、台大政治系林助理教授子倫

本會：永續組胡副研究員思聰

會議紀錄

國立中山大學謝曉星教授

減碳政策必須要有一明確目標，再依目標訂定執行方法，才不會陷入過去沒有效率的狀態。

國際間不管是美國、歐盟或是開發中國家，均致力執行減碳工作，此一趨勢將會對臺灣造成重大壓力。

臺灣實施減碳政策前，必須有以下共識，政策方可收效。

- 更改能源結構。目前台灣的基本能源 91% 是以化石燃料為主，必須發展替代能源，更改能源結構。
- 更改產業結構。
- 提升能源使用效率。
- 發展能源科技。

環保署楊處長慶熙

環保署正在規劃的工作三大項目：

- 一、規劃二氧化碳減碳目標：目前環保署正與專家學者討論溫室氣體量化方法，台灣能源的比重消費從 1996 年 31.8% 成長到 2006 年 35.9%，代表每位國民在能源需求方面比歐洲歐盟與日本還高，以上現象在規劃溫室氣體減量工作時會納入考量，隨之調整。
- 二、規劃溫室氣體減量宣導：環保署已規劃相關活動宣傳溫室氣體減量，同時也規劃設計網站成為交易平台，將相關知識放於網站，以達到教育目標。
- 三、建立二氧化碳排放認證：為與國際接軌，環保署規劃建立重大開發案的二氧化碳排放認證制度，將來如林口大煉鋼場等開發案，建設期間需經過二氧化碳排放認證，以及園區植林等相關配合計

畫。

建研所何所長明錦

一、之前台灣推動綠建築的成效

1. 降低住商建築耗能比率。目前台灣住商耗能比率是 7.04%，在推展綠建築之後，有逐年下降的趨勢。
2. 強制將推動方案及評估指標納入重點發展計畫。推動原則為，以較好的資源、較少能源，產生較少的廢棄物。
3. 擴大建築外殼節能範圍。新建築物部分，以去年年底 1 千 6 百多件成功執行案例，每年可節省用電 4.84 億度，節省用水 45 萬噸，節省水電費 3.7 億元；舊建築物空調的節能改善計畫中，可節省用電 96 萬度（40% 以上），屋頂隔熱可節省 20% 空調用電。

二、目前所遭遇之問題

1. 住家家電能源效率過低。
2. 再生能源成本過高，冷凍空調節能不易執行。
3. 營建工程規劃資源回收再利用政策不明確。

三、改善方式：

1. 提供業者開發節能產品的利機。
2. 擴大節約能源利用。包括推動綠建築，規劃減少廢棄物，發展較好的技術與制度。
3. 制訂空調節能的獎勵措施。提高獎勵，以誘使建築師及業者投入。
4. 擴大再生能源應用。本項工作成本高，還需要再進一步釐清。
5. 推動節能減碳，打造低碳生態的城市。

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

能源局葉局長惠青

對低碳政策的回應：

- 一、價格必須反映經濟成本，否則無法以價制量。歐盟國家中，沒有任何一間國家能將能源與經濟做到絕對脫鉤。
- 二、核能議題必須取得共識。臺灣的核能發電廠短時間內的是無法被取代的，如果沒有核能發電，而經濟要維持適度成長，二氧化碳又要降低到 2000 年的標準，以上工作台灣是做不到的。
- 三、產業結構改變的標準，必須放在提升能源效率。
- 四、能源稅與碳稅比率。行政院部門會議已在討論能源稅概念，以國外案例為例，能源稅與碳稅比例是 10：1；國內案例應是 4：1。

台大國企系教授盧信昌

- 四、能源政策時，必須清楚瞭解政策背後的商業企圖，最好做好成本分配跟考量。必須區分出客觀中立科學的真正主張，以及包庇商業利義。政策制訂必須根據科學論述。
- 五、制訂非常清楚的政策。能源稅的確是有某種程度的以價制量的需要，可是需要根據需求彈性制訂稅率，若在需求彈性不大的地方加稅是沒有意義的，只是幫我們財富重新分配。制訂政策時需考量政策背後的商業企圖，並且做做好成本分配跟考量。

運研所所長黃德治

節能政策推行需注意：

- 一、立法。企業必須談到節能。包含消防、交易制度、排放制度等等領域立法。
- 二、唯一的政策就是油價政策。能源價格反應生產成本，成本提高，

價格就必須上漲，該漲則漲。在成本漲價的壓力之下，才會發展能源產業及能源制度。

三、產業結構改變，必須考慮耗能、附加價值等問題。以電子產業為例，電子業雖然耗能，但是因為附加價值高，因此不適合改變。

中研院梁研究員啟源

一、台灣政策執行現象

1. 台灣在執行政策時，不缺乏觀念及制度，缺乏的是執行力。
2. 節能減碳政策最主要解決的是環境問題，而非經濟問題。因此在執行節能減碳政策時，經濟是可以做一調整的。

二、建議

1. 訂定能源減碳政策時，必須以整體全面的角度來觀察，將生活生態生產的觀念納入考量，例如目前台灣的政策當中，環保署將重點放於民眾宣導，其實可以建立更多制度；而能源局可以做制訂更多標準。
2. 政府政治意志力才是政策成功最大關鍵。現在有契機可以讓總統到行政院長認可節能減碳工作，而台灣民眾知識水準很高，是可以接受溝通，政府接下來的工作應該是與民眾溝通。另外怎樣轉化出比較好的制度設計，是必須再做規劃。

國立臺南大學劉世鈞主任

對能源政策建議

一、能源是一個戰略問題。所以呢像未來的產業結構改變，高產值的能源結構，剛楊教授所講，一些產業，像發展某些產業以後，反而耗能的更大，可是產值更高，還是核能那麼多，像電子產業，或是我們未來能不能把政策訂的更為清楚，有率能產業就有氫能

我國節能減碳政策檢討與規劃研究

產業，

- 二、中國將來打算將風能當作他們的經濟產業，蘭州大學將設 500 座風力發電，酒泉敦煌要蓋 1000 座風力發電，而蘭州大學正在發展冶石材料。台灣必須考慮綠能產業能不能在未來當作有希望輸出的經濟產業，如同電子業等高附加價值產業。
- 三、發展綠能產業時，必須考慮低碳低成本。
- 四、重視能源教育問題。節能減碳政策必須有能源教育配合，培養國民教育老師相關正確知識，以推廣至下一代。

台電林次長

- 一、台灣在 2025 年二氧化碳排放量要達到 2000 年的標準，沒有核能絕對辦不到。從經濟、國家安全角度來看，絕對不可以沒有核能。
- 二、在此呼籲台灣必須盡快通過法令，設立第四座核能電廠。

能源局葉局長惠青

節能減碳政策如果要徵收能源稅跟碳稅，必須根據 2 種稅的性質及標準，制訂收取稅率標準及法令。