

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

參加「第 35 屆國際能源經濟學會 (IAEE)年會暨研討會」

服務機關：行政院經濟建設委員會

姓名職稱：楊達鑫 稽核

派赴國家：澳洲伯斯

出國期間：101 年 6 月 24 日至 6 月 28 日

報告日期：101 年 9 月 3 日

摘要

國際能源經濟學會(IAEE)於本(2012)年6月25至27日在澳洲伯斯舉行全球性年會，主題是「能源市場在全球碳排放限制下的發展：評估京都議定書並展望未來」，會議的目的是探討在2012年到期的京都議定書過程的背景下，全球能源部門的動態，也就是對全球能源市場、技術及體系有何影響。整個會議將從企業，政府和學術觀點，探討這些問題，並將討論企業，學術界，分析家和決策者所關注的各領域能源議題。論文徵集除了涵蓋能源經濟和政策所有主要領域之外，令人感興趣的時事議題也包含在內。會議討論的主題包括：電力市場、能源技術展望、國際原油和天然氣市場、能源計畫財源、全球碳排放定價等。

本次代表參加IAEE第35屆年會，重要心得簡述如下：

- 一、節能減碳推動成效係取決於政府在多元能源的「管理制度」，並非在於能源價格；強化能源體系及其應變能力，加強能源安全戰略，檢討核能安全與緊急應變措施；建議政府加速推廣、發展具有自動遮斷功能的「智慧型瓦斯表」設備，列入未來防震的相關推動措施。
- 二、我國為達成節能減碳的目標，因再生能源取代核能發電相對有限，尚需發展其他能源，並透過調整能源結構方式進行；國家節能減碳目標應該考量能源安全指標，除了能源安全存量，能源進口依賴度之外，應加強民眾對能源安全的風險意識，政策的落實應結合能源供給面向與能源需求面向的觀念。
- 三、在執行能源政策執行時，要強化民眾對我國發展情況的認知，並考量社會觀感推動相關配套措施，例如：電價的提高要考慮社會觀感，政府先提高就業，讓民眾所得提升，隨後才提高電價，以免造成民眾負擔。
- 四、有必要將電源供需作更靈活性的調整，基於供給面調整有壓力，最好利用需求面調整，如推動節能減碳，考量國家經濟發展情況，適時課徵能源稅促使電價合理化。為維持電力穩定供應，並達成國家節能減碳總計畫的目標，現階段很難全面排除核能。

五、政府在替代能源的發展上，應跳脫現時由國營事業負擔政策任務的小框架，以國家的力量大力推行替代能源發展，才有可能在未來達到非核及減碳的目標，同時也能培植國內替代能源產業，提升其國際競爭力。

目 次

壹、前言	1
貳、行程.....	2
參、會議議程.....	3
肆、會議內容摘述.....	4
一、全球電力合作和去碳化.....	4
二、中國的電力市場改革和電廠效率.....	5
三、有效的能源儲存以減少對澳洲國家電力市場的尖峰需求.....	6
四、福島核災對未來能源供給的影響.....	8
五、京都、福島及核電.....	9
六、清潔發展機制(CDM)計畫的決定因素.....	11
七、小島嶼開發中國家的再生能源技術和風險減緩.....	12
八、碳稅對歐洲製造業的短期影響.....	14
九、波動的國際排放市場交易下之碳價格管理.....	17
十、中國和印度的油價衝擊與總體經濟.....	18
十一、亞洲液化天然氣貿易發展及展望之分析.....	21
十二、巴西彈性燃料車的普及.....	22
伍、心得與建議.....	24

壹、前言

第 35 屆國際能源經濟學會年會及研討會是由國際能源經濟學會(IAEE)主辦，澳洲 Curtin 大學協辦。IAEE 是在 20 世紀 70 年代能源危機背景下，成立於 1977 年，是一個世界性的非營利組織，其總部設於美國，組織成員遍佈世界 70 多個國家和地區。IAEE 為能源經濟領域的專業人士們提供了一個探討議題及交換經驗的跨學科交流平臺。IAEE 每年舉辦一次國際年會，同時舉辦區域性國際學術會議。

2012 年 6 月 24-27 日，第 35 屆國際能源經濟學年會在澳洲西部首府伯斯市舉行。本次年會的主題是「能源市場在全球碳排放限制下的發展：評估京都議定書並展望未來」。來自全球 290 位能源領域研究人員、政府、企業代表及學生針對電力市場、能源技術展望、國際原油和天然氣市場、能源計畫財源、全球碳排放定價等熱門議題進行了交流討論。

我國是一個海島國家，能源體系屬於獨立型供應系統，加上先天能資源蘊藏不豐，能源供給 99% 以上依賴進口。有鑒於能源是推動經濟發展的主要動力，因此，如何提供穩定、安全的能源供應，將是政府研擬能源政策時的主要考量。本次本會派員與會，主要目的在於瞭解國際趨勢，並蒐集相關資料，作為政府研擬因應對策之參考。

貳、行程

一、活動地點：本次年會及研討會在澳洲伯斯市之會展中心進行。

二、活動期間：6月25日當日報到後隨即展開為期三天，即6月25日至27日的研討會，會議結束後即搭機離開澳洲返回台灣。

行程表

日期	地點	主要活動
6月24日	台灣-香港-澳洲	去程
6月25日	澳洲	報到，參加會議
6月26日	澳洲	參加會議
6月27日	澳洲	參加會議
6月28日	澳洲-香港-台灣	返程

參、會議議程

本屆年會在議程方面，大會共安排5項主題研討及6項論文分組研討(36場次)，共發表138篇論文。

議程

日期	時間	主要活動
6月25日	08:45~10:45	開幕式及致歡迎詞
	11:15~12:45	論文分組研討(1)
	14:45~16:15	論文分組研討(2)
	16:30~18:00	主題討論(電力市場)
6月26日	09:00~10:30	主題討論(能源科技展望)
	11:00~12:30	論文分組研討(3)
	14:00~15:30	論文分組研討(4)
	16:00~17:30	主題討論(國際原油及天然氣市場)
6月27日	09:00~10:30	主題討論(能源計畫財源)
	11:00~12:30	論文分組研討(5)
	13:30~15:00	論文分組研討(6)
	15:00~16:30	主題討論(全球碳排放定價)

肆、會議內容摘述

以下謹就所參與的主題及論文研討，簡述其內容。

一、全球電力合作和去碳化：電力進出口在 CO₂ 減量中的角色

(一)概要

大部分的 CO₂ 排放來自能源生產，尤其是電力，全球無法一日無電。為滿足因應氣候變遷所設定的目標，許多國家由再生能源和核能來增加發電量。然而，再生能源有經濟成本和供應不穩定的問題，而核能發電有涉及安全和放射性廢料管理的問題。因此，有其他方法可以考慮。自 1990 年以來，世界淨發電量的成長速度超過了世界總電力消費的成長，預計至 2035 年，超額供給將占發電量的 1/3(EIA,2011)。這說明了電力的國際貿易可提高電力市場的效率以及降低發電的 CO₂ 排放水準，證明是有益處的。本研究探討國際合作的有關電力進出口是否可以減少 CO₂ 的排放水準。藉由使用 130 個國家從 1971 年至 2007 年的年度資料分析，決定 CO₂ 排放函數的參數。結果說明，電力合作對降低 CO₂ 排放量是高度顯著的。電力的國際貿易能對能源供應去碳化的有效管理產生正面的影響，並成為各國政府對抗全球暖化的方法。

(二)方法

為證明電力進口和出口可減少 CO₂ 的排放量，從所有 130 個國家的主要發電廠 1971 至 2007 年年度資料，使用追蹤資料分析以決定 CO₂ 排放函數的因子，然後比較發電的效果及電力進出口的效果。運用追蹤資料分析，本文解決了遺漏變數的問題，例如：稅收、政府補貼、國家能源政策、法規和國際協定等，因為它可以控制無法觀測到的截面異質性。使用普通最小平方法、固定效果和隨機效果估計法等計量檢定以選擇一個最適解。使用 Pearson 相關檢定和變異數膨脹因子(VIF)檢定以檢定多元共線性，然後，使用追蹤資料單根檢定檢定穩定度。

(三)結果

全球結果顯示電力進口和出口對降低 CO₂ 排放量是高度顯著的。

以洲的層級來看，北美洲是每單位發電最高的 CO2 排放者，澳洲和亞洲(不包括中國)分居第二和第三，而非洲是最低的。對電力進口而言，非洲的 CO2 增加最多，而北美增加最少。對電力出口而言，非洲的 CO2 增加最多，而北美跌幅最高。然而，由於很多電力交易的障礙，非洲遭遇電力進出口的問題。對澳洲而言，由於沒有電力貿易，電力進出口對 CO2 排放函數沒有結果。

(四)結論

本研究認為，當透過貿易有效使用供應過剩的電力以降低對進一步發電的依賴，電力進口和出口的國際合作對降低 CO2 排放量是高度顯著的。隨著對環境的關注，當政府必須在增加國內發電或與鄰近國家電力貿易之間作出決定時，後者則顯然是較好的選擇。透過減少 CO2 排放以降低發電的社會成本，這種國際合作可減緩因氣候變遷造成未來海平面上升的影響，重要影響領域包括土地，人口，農業，都市，濕地，和 GDP 等。這種合作有益於全球能源供應去碳化，並有助於各國政府因應全球氣候暖化。如果更多的國家參與電力合作，將有效地降低地球對 CO2 排放的負擔。

二、中國的電力市場改革和電廠效率

(一)概要

在過去的 30 年內，中國電力產業已經歷了一系列針對不同階段而有不同目的之管理改革。2002 年，之前垂直一體化的電力公用事業—國家電力公司被拆解，並將發電部門從輸電和配電網絡中分離出來，以努力改善生產效率。在本研究中，主要研究化石燃料火力發電廠效率改革的影響。

(二)方法

首先，本研究將 2000-2008 年發電廠投入產出資料，運用資料包絡分析(DEA)和 Malmquist 指數，將發電廠生產效率分解為技術變化、技術效率及規模效率。其次，本研究採用隨機追蹤資料回歸檢定提高效率

措施之變異程度，並透過比較兩種發電廠：獨立發電廠和之前被國家電力公司管理的集體發電廠，以確定 2002 年改革的效果，同時控制其他因子，如電廠年份、發電設備的規模和發電小時等。

(三)結果

從 DEA 和追蹤資料迴歸的結果發現：總要素生產力的成長主要來源於技術變革；過去國家電力公司管理之發電廠的技術效率正趨近績效較好的獨立發電廠，產能利用率和設備規模大小是影響技術效率變化和兩種發電廠之間技術效率趨近模式的重要因素；大多數電廠透過增加產出，可進一步達成節約成本。

(四)結論

在本研究中，探討了 2002 年中國大陸對火力發電廠營運效率實施電力產業改革的影響。已發現 2000-2008 年期間總要素生產力的成長主要是由於重要的技術變革，電廠 DEA 分析也顯示了明確的趨近模式。研究結果首先證明 2000 年代初期國家電力公司管理的電廠之效率，普遍低於獨立電廠。然而，經由 2002 年的改革，這些表現較差的電廠自從趨近獨立電廠的技術後，已顯著地提升了效率。即使本研究控制了產能利用率、電廠年份和設備規模等技術因素，此結論仍然不變。此外還發現樣本中大多數電廠因經營規模擴大而收益增加，這表示增加產出可帶來潛在利益。

三、有效的能源儲存以減少對澳洲國家電力市場的尖峰需求

(一)概要

能源部門預測在未來十年內對電力的需求將顯著增加，且一般認為將在電網內增加再生能源的配置以因應。這其中大部分將在配電之中，而不是輸電網絡。因此，世人將看到智慧電網技術的快速發展。運用模型可確認近期的趨勢，大部分預期增加的需求，可透需求管理來因應，而不只透過額外的發電以增加供給。

當需求繼續增加，透過許多國家引進再生能源組合標準，大部分的

供給增量將利用再生能源技術，這也將迫使網絡供應商檢討現行的電網運作並升級以提供雙向的能源流動。由於許多現行商業化的再生能源技術是間斷型，因此新的智慧電網需要包括額外需求的管理控制和蓄電方案。

(二)方法

為預測長期電力市場行為及增加蓄電調度和消費者需求管理的效果而建立一個架構，需要下列模型以探討電力市場行為、發電成本，以及碳價格朝向曲線行為。使用國家電力市場(NEM)的模型模擬中長期營運和發電資源的配置，並模擬市場行為及電力生產趨勢必然的改變。該模型評估燃料類型組合的最適配置，此乃根據生產者為彌補短期和長期營運邊際成本，從事競標行為所確定的順序。生產單位的邊際成本的回收是 NEM 內競標行為的主要驅動力，而由於需求增加，燃料組合可能的變化，也將改變價格行為。

(三)結果

系統營運者控制負載和釋放 NEM 蓄電的能力，對用電消費者而言，尖峰和平均價格將有不同的影響。首先對基礎設施增加投資的高峰成長趨勢將延遲，超出最初 3-5 年的規劃範圍。由於最新的規定，使用輸電和配電的服務費已上升 13%，大量資本支出延後的機會，將對零售價格有穩定的作用。

此外，澳洲能源市場營運者運用蓄電以進一步滿足尖峰需求並滿足需求循環的能力，也將為發電廠帶來更多明確的投資信號。對基本負載發電沒有新的實質投資，以及對氣候政策前景的不確性扁平化了需求型態，將對躉售市場價格有重大影響。減緩對昂貴尖峰發電資源(通常要價 300 澳元/百萬瓦時)的需求，以及對天然氣電廠價格的實質獎勵應該要維持。

這兩個好處將趨向穩定需求結構中各階層的電力零售價格，並提供一個更具競爭力和效率的電力市場。

(四)結論

需求管理只是被考慮的解決方案之一，但是當新智慧電網與蓄電結合後則是完備的。根據電網的需求，蓄電可用來符合需求，或透過解決供電間斷的技術以改善電力系統的品質問題。澳洲電力價格預計未來5年每年將成長8-13%，已有一些企業採用需求管理方案，使電力需求下降。此趨勢並不預期能持續，但透過採用蓄電和智慧電網技術以節約能源，能使需求進一步地減少。

四、福島核災對未來能源供給的影響

(一)概要

最近蓋洛普國際調查顯示，日本福島核災削弱了許多國家公眾對核電的支持。除了德國未來非核的承諾外，在未來的幾十年內，核電是不可能從一國的能源組合中淘汰，而其他電力來源，如燃煤電廠、天然氣、太陽能 and 風能，對許多消費者而言，已相對更具吸引力。煤炭一向是基本負載供電的主要來源，因為它非常便宜且不會中斷，但煤炭會造成大量的污染。相較之下，以碳排放量而言，太陽能和風力發電是核電最接近的替代品，但生產成本較昂貴且不可靠的，需要更多的技術創新。最近天然氣成為取代煤的可行性燃料，證明在無碳能源的技術過渡期間，這是有效的折衷方案。

本研究的目的是探討哪一種發電力料源(煤炭、天然氣或再生能源)是投資者認為在福島危機後更具吸引力的核電替代品。除評估日本國內對福島核災的反應外，亦比較美國與歐洲市場投資者的偏好，而國家和區域能源政策均有規模不同的反應與差異。

(二)方法

本研究探討全球核能、煤炭、天然氣及再生能源公司在地震前後的股票收益。首先，使用這4種能源在地震前的資料，經由市場模型估計每一種能源「正常」的收益趨勢。本研究使用這些「正常」的收益估計值產生一系列特定能源「異常」的收益，作為地震後觀察到的實際收益與利用地震前資料所估計的「正常」收益之間的差異。然後，評估每種能源每日異常收益量和統計的顯著性，並比較跨能源及跨區域的異常程

度。

燃煤發電異常的高收益表示，投資者認為廉價和豐富的煤是核電最可行的替代品。天然氣股票異常正面的反應，表示投資者青睞天然氣基本負載供電的發展。最後，太陽能和風能的異常高收益意指投資者已設想更創新與環保的能源之未來可能性。區域的差異被解釋為在不同金融市場投資者的看法不同。

(三)結果

結果顯示美國投資者明顯地偏好煤炭，勝過再生能源，而歐洲投資者以壓倒性多數偏好再生能源。天然氣比較的結果目前正在進行中。

(四)結論

福島核災後全球對核電看法明確的轉變並不令人訝異。投資者的行為取決於對未來收益的預期，對核電近乎一致的悲觀看法肯定降低了核電廠的獲利能力。不過，觀察美國和歐洲市場之間的差異，似乎也密切地反映各地區各自的能源議題。歐盟對永續環境的承諾展現了歐洲對再生能源的偏好，即使煤是一種便宜的電力來源。然而，對於美國而言，結果顯示能源供應的經濟和環境面向之間有內在衝突。特別是在經濟衰退時期，無論政府採取多少增加再生能源普及率的措施，金融市場反映出消費者強烈偏好較便宜的能源，而非清潔能源。

五、京都、福島及核電

(一)概要

所有簽署「京都議定書」的 30 個國家目前使用核電作為它們基本負載發電能力的一部分。「世界核能協會」設定的較高情境顯示 2030 年有 51 個國家使用核能發電。考量全球人口的增長，工業化的提升，用電的增加和減少溫室氣體排放量，本研究需要研究在「世界核能協會」所描述的較高、基準與較低等三種情境下核電的未來。

三哩島(1979)和車諾比(1986)事故和之後核能產業的復原，提供了實際的經驗以評估福島核災後核能的未來。在前者的案例中，核能產業

花費數年研究問題，改變技術、設備和管理，然後恢復增加對核能的依賴。福島核災最終的評估也會被一些國家引用在改進選址、電廠設計和建造等方面。如果核電未能達到較高的預測情境，世界將面臨溫室氣體的加速增長而非減量。增加對低碳再生能源的依賴將是必然的，但它們可否彌補供電缺口仍是問題。

核電的增長將取決於許多因素，包括比較經濟學。如果碳捕捉和封存(CCS)成為強制性的，那煤炭和天然氣的發電成本將遠超過核能。基本負載發電最好來自煤炭、水力、核能、熔鹽太陽能電廠和地熱能，而具間歇和變化性的風力發電將對電網有所幫助，有時它需要作為前述發電來源的後援。未來的再生能源，如地熱能和波浪發電在澳洲尚未證實具商業化。任何基本負載供給的短缺，無法由具間歇和變化性的能源，如風力來彌補。

社會大眾已從三哩島、車諾比和現今的福島核災事件中吸取經驗教訓，重整並繼續使用核能。本研究將著眼於經驗教訓及 2050 年核電可能的概況。

(二)方法

全球的核能產業和澳洲對核能的爭論均受到三哩島及車諾比事故的影響，隨後產業復甦。從這些事件中學到的教訓已應用在福島核災後的評估和復原。評估煤炭、天然氣和核能產生的 CO₂ 生命週期的要素是多樣但可達成的。

本研究將分析三哩島及車諾比事件前後 5 年核能的成長概況，這些先例將被應用在分析福島核災前後 5 年核能產業概況。核電在澳洲的前景需要了解當地發電、分配和使用，遠距離傳送和能源損失是事實且需要加以解決。

(三)結果

福島核災後的初步評估表示，全球核能發電較高的情境將延後發生並在一定程度上減少。福島事件將對每一個核能國家造成影響，影響最大的國家是日本和德國，重要的是中國非常大的營建計畫仍持續不變，

而澳洲應繼續評估其對核電的需要。

(四)結論

著名的福島核災會造成全球核能發電較高情境的延後和/或減少。然而「世界核能協會」的後福島事件評估表示，預計到 2030 年從核能發電量 790GWe 所獲得的碳減排量，可能達每年 57 億噸的 CO₂。這是值得為之奮鬥的，澳洲不應放棄這個對低碳核能基載發電依賴的機會，到 2030 年可能會有第一個上線的核電廠。

六、清潔發展機制(CDM)計畫的決定因素：計畫執行國家特性的角色

(一)概要

自 2003 年以來，一些發展中國家執行清潔發展機制(CDM)項目，強化了傳統典型的資金流動，如外國直接投資(FDI)和官方發展援助(ODA)。到現在為止，已超過 70 國，代表了各種不同的經濟結構和發展水準。與 FDI 和 ODA 的重要性相比，目前 CDM 的作用是相當緩和的。然而，在過去 5 年穩健成長的趨勢及其作為因應氣候變遷、議題發展和技術移轉的工具之重要性，可以預見在未來幾年內其對發展中國家的影響。本研究立基於執行國家的特色和對 CDM 的誘因，以了解 CDM 對一些地區具有較大誘因的原因。

(二)方法

相較於相關文獻只使用一個國家可能執行計畫的數量以研究 CDM 的決定因素，本研究使用了一種新方法。本研究提出的實證模型，將資金流動(源自己發布的排放減量信用額度(CERs)數量)作為 CDM 誘因的解釋變量。這種方法可以克服關於不一致的問題，此問題出現在機率模型只著重一個國家執行一項計畫機率的情況下，沒有區分小規模和大規模計畫之間的決定因素。本研究使用的資料集是基於 65 個國家(所有 CDM 執行國)的觀測值。還加入一些 CDM 特定因素，如成本較低的解決方案和規模經濟效應等。

本研究將主辦國的特性分為三類組：減緩、經濟和技術的明確性。

減緩類組包括上述成本更低的解決方案和經濟規模效應，分別代表比其他國家具有更大的減量機會及已成立計畫之做中學效果的最適化。此外還增加了全球減緩能力的特點和再生能源的存在。其他兩個類組包括有關被研究國家在全球經濟，制度和技術環境的變量。

(三)結果

從所有已執行的評估來看，減緩類組的妥適性似乎為主流。如預期所有四個變量對 CDM 誘因有正面的影響。良好的制度和經濟發展確定起始點之利用性、可利用的基礎設施和人力資本已被確認其重要性。關於資本形成，本研究憑經驗發現一個顯著的正面效果，並提出有關此變量不明效果的解決之道。事實上，本研究顯示良好的制度品質是相關的。很難分析 FDI 對某一國家 CDM 誘因真正的影響。事實上，即使找到正面的關係，後者仍應非常仔細地研究，因為 CDM 和 FDI 之間的具有交互作用。目前還不清楚 FDI 資金流動，包括技術移轉對 CERs 發布的貢獻達何種程度。

(四)結論

從上述結果可得到結論，本研究的方法解決了相關文獻大部分的爭論，並提出了兩個額外的因素，對一個國家的 CDM 誘因具重要性。然而，為了進一步發展，將對 FDI 的角色及其與 CDM 可能的相互作用做深入分析。

七、小島嶼開發中國家的再生能源技術和風險減緩：斐濟電力部門

(一)概要

小島嶼開發中國家(SIDS)已提倡再生能源技術，作為對石油價格波動的風險減緩措施。儘管如此，並沒有嚴格的衡量這些國家再生能源技術在財務風險的影響。本研究基於投資組合理論，運用經驗數據於客製化的隨機模擬模型，評估使用再生能源技術以擴大斐濟電網的經濟影響。投資低成本、低風險的技術，如地熱能、生質能和蔗渣技術，以及提高能源效率，可降低電網的發電成本和財務風險。這說明斐濟政府應鼓勵

對這些技術進一步投資，以增加總電力供給。這樣的投資也應優先於水力發電的計畫投資，而在其他 SIDS 的再生能源技術投資有可能涉及類似的風險減緩效益。

(二)方法

投資組合理論已應用於電力部門以評估發電技術投資組合的經濟影響。然而，標準的投資組合理論不考慮滿足電力需求的各種技術能力。由於電力無法以低成本存儲，電力公司需要確保足夠的發電能力以滿足臨時所需。這一點非常重要，特別是在斐濟和其他 SIDS 只有一個獨立電網，不能引用其他電網的電源。一些再生能源技術的發電具變動性，如果再生能源技術停止生產電力，則需要預備的發電能力以提供電力。在斐濟，這種預備的能力由石油為基礎的發電廠所構成。

本研究透過一個客製的隨機數值模擬模型，模擬 2025 年斐濟發電的未來情境，該模型使用蒙特卡羅抽樣方法以進行數值模擬。

(三)結果

本研究結果支持投資部分，但不是所有的再生能源技術。斐濟電力管理局預測再生能源技術的投資，以減少斐濟電網預期的平均發電成本。對財務風險的影響，即實際投資組合成本與未來預期投資組合成本差異的可能性，是很大的。再生能源技術的投資能使財務風險下降一半以上。因此，再生能源技術的投資對斐濟電網風險減緩具有相當大的利益。

對低成本、低風險再生能源技術的額外投資，如地熱、能源效率、生質能和蔗渣技術等，藉由較高的再生能源的供應能力取代石油的使用，將進一步減少預期的平均發電成本，也減少了電網的財務風險。對高成本再生能源技術的投資，將減少財務風險，但增加預期的平均發電成本。對水力發電的投資也將減少財務風險，但對成本的影響微乎其微。這些發現經由不同的折扣率和總電力生產量之敏感度分析而證實。

(四)結論

結果指出了斐濟若干政策的意涵。首先，他們認為，基於能源安全的觀點和降低電網發電預期成本的目標，政府應鼓勵對低成本、低風險

再生能源技術進一步的投資。在斐濟基於電網的總發電量增長，對再生能源技術應有對等的投資。結果顯示，對低成本、低風險的技術投資應優先於水力發電量的投資。此發現的意義重大，這表示從整體系統的角度來考慮，斐濟政府所支持河川水力發電計畫是錯誤的。斐濟政府應該鼓勵對能源效率、地熱能、生質能和蔗渣技術的投資，這比水力發電技術更大幅降低發電成本，並對財務風險有類似地影響。

本結果突顯出當規劃投資發電量時，考慮財務風險及發電成本的重要性。最低成本(或成本效益)分析只提供了再生能源技術投資利益的部分觀點，因為它沒有考慮到財務風險。投資組合理論對不同發電技術的評估和投資優先性，提供了一個更公正的方法。

主要的結果也與其他 SIDS 相關。大多數 SIDS 的電力部門主要是以石油為基礎來發電。因此，這個部門容易受到石油價格上漲和波動所影響。本研究顯示，再生能源技術可減少以石油為基礎發電隱藏的財務風險，也能節省預期的成本。依據再生能源技術的潛力和成本，大多數 SIDS 可能具有此結果。

八、碳稅對歐洲製造業的短期影響：包括 CO₂ 的全球供應鏈

(一)概要

工業生產鏈如何改變歐洲碳稅政策的總成本分配？隨著國際製造業的全球化，增加了價值鏈的地域分散，來自不同國家產業之間的相互連鎖，不容忽視。歐洲範圍內的碳稅不僅影響 CO₂ 排放部門，還影響所有相關的下游產業。

本研究使用投入產出架構以揭露歐洲工業產品「隱藏」的 CO₂。一個詳細的所有的歐盟成員國部門會計帳嚴格分析了歐洲地區碳稅對產業的分配影響。由於世界其他主要國家和地區也包括在研究中，故也探究歐盟層級邊境稅調整的影響。結果是與「誰出錢？」的問題有關，是環境政策上多邊貿易談判的關鍵。事實上，製造業和國家之間的相對負擔，很可能對一個強大的歐洲範圍交易形成主要障礙。

CO₂ 排放最大的歐盟產業已包括在歐洲的交易計畫中。2011 年 4

月，歐盟委員會宣布了一項計畫，對所有其他製造業課徵 20 歐元/噸 CO₂ 的能源稅新規定。使用這個參考資料，本研究根據對製造業的詳細描述（所有歐盟國家 59 部門，世界其他地區 17 部門），量化部門別均一碳稅(20 歐元/噸 CO₂)的絕對和相對成本。本研究分析顯示，在歐洲區域內的碳稅會導致產業之間和國家之間的不均衡負擔。甚至根據推測較容易接受的區域邊境稅，將造成歐洲國家之間以及與非歐盟生產商的競爭扭曲。

(二)方法

本分析是基於多區域投入產出(MRIO)模型。這是一個完整的 MRIO 模型，整合產業和國家之間整個商品的生產鏈。這些模型鏈結國家所有產業的投入產出(IO)的矩陣、雙邊的貿易資料和能源消費(煤炭、石油製品、電力和天然氣)。它們主要被用來在 CO₂ 排放之消費或生產會計帳的爭論中，計算「碳足跡」。在全球模型中，全球貿易分析計畫(GTAP)和 OECD 投入產出資料庫常為主要的資料來源。然而，這些資料庫只考慮數量有限的製造業(17 部門)。

本研究的主要貢獻是對所有歐洲國家使用一個更細的產業分類。此必須有足夠詳細的部門資料，以確定最受影響的部門。不同的能源集中度、中間產品的使用或進口結構均導致碳稅影響的重大變化。此外，在研究中證明，更細分類的資料中減少了隱含碳(embodied carbon)計算的錯誤。因此在 2005 年，從不同的資料來源(歐盟統計局的投入產出表和能源採購，Enerdata 的能源消費和 BACI 的雙邊交流)，已建立了完整的歐洲 IO 和能源資料庫。對非歐盟國家，則使用 GTAP 數據庫。然而，本研究僅以製造業為限，不包括其他經濟部門(服務、能源及運輸)。

隱含碳矩陣的計算結果分為四個要素：產業立即的 CO₂ 排放、電力消費、歐盟上游產業相關排放及非歐盟國家的產品，最後計算碳稅所誘發的每單位產出上漲價格。本研究假設所有製造業是在相同的碳稅之下，並沒有做區分。

(三)結果

歐洲對所有製造業課徵碳稅的結果以絕對和相對的價值呈現，不是在產業的總成本中，就是當作從價稅(以工業產品原始價格的百分比做為稅額)，只考慮短期碳稅的影響，不包括產業和消費者的反應。此外，假設稅收成本具 100%通過率，所以結果賦予最壞情況的潛在成本或價格上漲。然而，由於採用線性假設，可能計算出其他稅率或通過率假設下的新結果。

首先，稅收成本會影響主要 CO2 排放量大的歐洲產業，如：鋼鐵、非金屬礦物製品和基本化學。課徵 20 歐元/噸 CO2 的稅，這些部門將支應超過 50 億歐元的額外費用。然而，課稅不會對其他能源密集型產業造成負擔，但下游產業則會。這些產業包括汽車、塑膠製品或車輛設備等，將承擔 10-20 億歐元的成本，這些成本大部分將與較高的輸入產品價格有關。其次，從價稅或價格上漲最高者，將涉及 CO2 排放量大的產業，如其他非金屬礦物製品業(3.5%)、鋼鐵(3.1%)、基本化學(2%)和玻璃(1.9%)。然而，能源密集型產業不會是唯一受影響的，塑膠製品(0.9%)或車輛設備(0.9%)的價格漲幅較低。在國家層級，保加利亞(1.7%)和羅馬尼亞(1.6%)的產業因受影響而上漲的價格，將比法國(0.6%)和瑞典(0.4%)高出三倍。

最後，邊境稅調整會不利於大多數歐盟東部邊界的國家，如愛沙尼亞、拉脫維亞或羅馬尼亞。這些國家與俄羅斯和前蘇聯共和國國家的貿易量大。相反的，俄羅斯、中東國家和中國的出口平均價格最會受邊境稅所影響(相當於平均關稅分別增加 4.6%、3.2%和 2.6%)。

(四)結論

本研究的主要目的是量化歐洲製造業受碳限制的分配影響，包括部門和國家之間的生產鏈結。本研究首次顯示間接誘發的碳稅成本(較高的電力或生產投入價格)是顯著的且不可忽視，在設計和溝通歐洲環境政策時，將其考慮在內是很重要的。事實上，稅收政策的政治接受度強烈取決於受影響的利益相關者之間的權益。

歐洲的產業和國家之間的稅收負擔是不一樣的。對產業而言，大部

分成本與 CO2 排放量大的產業，如鋼鐵或基本化學有關。這些產業的平均產品價格將增加，這可能導致在國際競爭力的損失。然而，歐盟或非歐盟國家，投入價格的上升也會影響下游產業，如汽車產業。這些下游產業為高運輸成本且碳排放量大的部門，可能因此受到國際競爭力的威脅，並受到歐洲當局更多的關注。對國家而言，不同的產業結構、生產和能源效率及進口商品的使用，會導致在歐盟一致的排碳限制下，平均效果的顯著變化。

碳財政政策的競爭扭曲將因此影響歐盟國家及非歐盟生產者。例如，歐盟會員國之間電力中隱含 CO2 的大幅變化，可能導致電力密集型產業區位的改變。此外，邊境稅的調整會使歐盟國家受影響不同，對非歐盟國家的出口也將課徵相當的關稅，主要為開發中國家。因此，歐盟單方面推出這樣一個邊境稅，似乎是相當困難的。

九、波動的國際排放市場交易下之碳價格管理

(一)概要

在國際碳排放交易下有效碳價格的概念，仰賴一個最佳整合的全球排放交易體系，其中碳價格符合對長期溫室氣體減量目標的期望。事實上，國際碳市場的價格主要是由歐盟政策設定而決定，並受制於氣候政策和歐洲經濟展望的不確定性，而其他國家氣候政策發展的不確定性將使情況更惡化。結果是高許可價格的波動包含了非常低價格的期間。澳洲的碳定價計畫著手設定一個固定價格，並在 3 年後與國際排放量交易接軌，至少在未來 3 年內設定價格的上限與下限。本研究分析國際連結之價格下限與國家政策目標不同的案例，並將澳洲在能源系統投資決策的價格管理、國內減排和國際許可購買之平衡及財政收入的可能影響模型化，同時評估實施價格下限的不同方案，以及是否價格下限模型對其他國家是可行的選擇。

(二)方法

本研究使用隨機數值模擬模型，評估價格下限和上限對澳洲溫室氣體排放和國際許可貿易之可能影響，以及對財政收入的影響；使用財務

分析，了解澳洲能源系統的投資決策價格管理之影響；使用機制設計分析，比較實施價格下限的不同方法；使用政治經濟分析，探討價格下限方法對其他國家的適合性。

(三)結果

澳洲和歐盟的政策目標和實施選擇意味在碳價格軌跡上不同的政策立場。歐盟溫室氣體排放許可和國際排放補償目前非常低的價格，反映出相對弱化的減排目標(由於經濟成長疲弱的前景)，和對非價格的調控政策更大的結構性依賴，以實現歐盟 2020 年的目標。相較之下，澳洲已宣布其有意創造全球最大可能的減緩，澳洲正經歷強勁的經濟成長，並深度依賴碳價格，而不是非價格調控，以減少其擴展中的能源部門之排放密集度。排放交易價格下限會使澳洲國內價格的水準更符合其減排目標，並達到成本較低的國際減排單位(沒有國際連結的排放權交易將導致價格超過建議的價格下限)。它可減少國外政策設定造成的碳價格風險，並鼓勵對低排放資產的成本有效投資，否則可能會被這些政策產生的風險所排除，它也可以確保財政收入目標。執行上需要對使用國際排放單位收取費用，本研究的分析建議需要建立在市場觀測價格的基礎上，以避免造成商業決策和財政收入安全的偏差。

(四)結論

排放交易價格下限對澳洲是合適的選擇，一方面由於該國的減排目標和經濟情況，另一方面由於國際排放市場受限於中期政策普遍的不確定性。這將鼓勵對低碳能源選項的投資，並符合長遠的澳洲氣候政策目標。交易的價格下限可能對其他國家具吸引力，其國內政策的雄心或對更有效率以價格為基礎之政策選擇偏好，意味碳價格會比國際排放市場可能出現的更高，進入國際市場仍是必要的。

十、中國和印度的油價衝擊與總體經濟

(一)概要

1970 年代以來，研究者探討了總體經濟上石油價格衝擊廣泛的影

響。然而很少研究針對開發中國家，特別是亞洲新興市場，其總體經濟關注於經濟成長和通貨膨脹，而已開發國家並不密切監控失業率和通貨膨脹，過去沒有研究提供能源部門對此議題的看法。使用 VAR 模型，從 2002 到 2010 年的季資料，本研究探討在中國和印度的油價和總體經濟之間的關係，即油價對輸出、通貨膨脹、政府支出、貨幣供給，淨出口和實質匯率的影響。本研究認為，雖然油價和大多數總體經濟變數之間缺乏顯著的因果關係，但油價確實影響總體經濟。然而，無論是中國或印度的經濟似乎對油價的衝擊具恢復力，即使是印度的經濟比中國對油價更敏感。能源部門中能源結構、定價機制和補貼的差異，可能會造成不同的模式。

(二)方法

為探討中國和印度油價衝擊對總體經濟的影響，本研究使用 VAR 模型，VAR 模型包括 7 個總體經濟變數：實質 GDP、政府支出、通貨膨脹、實質匯率、M1(貨幣供給)、淨出口和油價。這些資料是季的時間序列，涵蓋中國和印度 1999Q1-2010Q4 的資料。GDP 和通貨膨脹是主要的兩個總體經濟變數。選擇實質匯率和貨幣供給是因為它們可能會影響油價和總體經濟之間的關係。如果 Marshall-Lerner 條件成立，實質貶值會導致淨出口和 GDP 增加。貨幣供給影響利率均衡，然後又影響投資和 GDP。政府支出和淨出口對 GDP 有直接影響，因為它們是 GDP 的組成要素。

油價是以英國布蘭特和沙烏地阿拉伯實質油價的平均來計算。英國布蘭特和沙烏地阿拉伯是中國和印度石油的主要進口市場。本研究使用實質油價，而非名目，因為它是決定資源配置和產出的真正價格。

(三)結果

本研究使用 IRFS 探討 VAR 模型中油價衝擊的動態影響。在中國，由於淨出口的顯著收益，GDP 成長率開始快速增加。GDP 成長率的增加也反映出中國 GDP 對美國和歐盟 GDP 的高度依賴。在大部分時間通貨膨脹實際上轉為負增長，這意味油價上漲導致通貨膨脹減少。面對油

價的衝擊，實質匯率先貶值然後等影響消除後再升值。同樣地，出口先增加然後減少，證實了中國具有 Marshall-Lerner 條件。

本研究顯示油價衝擊大幅增加印度總體經濟變數的波動。與中國的 IRFS 相較，對 GDP 的影響在於在正向或負向的高頻率變化。通貨膨脹率最初增加，然後持續正向超過 30 季。正向的通貨膨脹率變化證實了對供給面衝擊的不良影響。政府支出的變化整體上是正向的，中國亦如此，這可由石油消費和石油產品出口之增值稅收入的變化所帶動。

總體而言，印度的 GDP 成長率、政府支出、貨幣供給和淨出口似乎比中國更具變動性，這意味中國對付油價的衝擊，財政政策、貨幣政策和匯率調整可能已經發揮作用。這兩個國家的政府支出受油價衝擊而增加，政府支出和淨出口的正向效果對 GDP 的正成長有所貢獻。

(四)結論

雖然已有很多的文獻探討已開發國家的這類議題，但對於中國和印度等新興經濟體，特別是從比較的角度，卻很少關注，也沒有從能源部門來解釋油價衝擊和總體經濟之間關係的研究。

本研究建議儘管油價衝擊無法預測大部分的總體經濟變數，但這些衝擊確實對經濟顯著影響。面對油價的衝擊，所有總體經濟變數受到不同程度的影響，這種影響以波動的方式逐漸消失。然而，儘管在制度上有差異，兩國似乎對油價的衝擊具恢復力。

本研究也發現，印度的經濟在面對油價衝擊時，比中國經濟更具敏感和變動性，兩國通貨膨脹特性、制度和貨幣政策的不同導致此差異。此外，在能源部門的差異，如補貼水準、補貼政策、能源自給率及能源稅等，也造成這兩國油價與總體經濟之關係不同的模式。

能源政策扮演在塑造油價與總體經濟關係的重要角色。政策干預，如補貼，一方面造成能源市場的扭曲，而另一方面則抵消外部油價衝擊的不利影響。決策者需要均衡市場扭曲的成本和外部衝擊減緩的利益。然而，為做出更明智的決策，面對油價衝擊時，本研究需要有關能源政策成本和效益進一步的資料。

十一、亞洲液化天然氣貿易發展及展望之分析

(一)概要

隨著京都議定書碳排放的挑戰和對核電的關注，天然氣在全球的角色越來越重要。隨即全球液化天然氣(LNG)的需求大幅上升。預期天然氣需求的增加主要來自亞太地區。

亞洲 LNG 市場的特點是一方面具有豐富的歷史背景，另一方面快速成長。傳統上，亞太地區是在長期合約下進口 LNG，價格公式與石油指數連結。不像北美和西歐歷史悠久的開放市場，亞洲並沒有天然氣指數，直到 2009 年才由 Platts 採用 JKM 以支援東北亞 LNG 現貨交易。最近出現了美國、歐洲和亞洲市場之間的價格分歧，對亞洲提供了套利的機會。因此，短期和中期交易在大眾媒體的公告，成為在市場上的共同點。LNG 貿易的發展引進了聚合的商業模式：市場作手從多個供應來源採購 LNG，並銷售給各種買家。愈來愈多與 LNG 貿易相關的國營石油公司、國際石油公司和投資銀行在新加坡設置貿易辦事處。在此關聯下，浮現了亞太地區有關 LNG 現貨貿易的問題。本研究主要目的是分析亞太地區 LNG 合約趨勢的歷史背景、發展和展望，以及現貨貿易發展的可行性。

(二)方法

本研究的方法是以時間序列分析、合約量的海關統計比較分析、相關分析、新聞搜尋和模糊集合理論為基礎來做分析預測。

歷史 LNG 進口量和價格均來自貿易統計，並與 LNG 長期合約量的資料庫(從 5 年到 15-20 年)做比較。其餘的量被定義為彈性的，在這些彈性量之中，中期(2-5 年)交易的決定，以新聞的發布和石油類股指數的相關性為基礎，剩餘的量則被認定為現貨。

本研究進行調查以獲得時間序列，進而評估影響因素的相關性：油、現貨與長期天然氣的價格，以及它們在三個主要市場的分布情況，季節性模式也被調查。此外，媒體報導的重大事件可能會導致突發的需求高峰，如 2011 年 3 月福島核電廠事件。

合約量的預測比率是從全球的角度進行分析。然後，比較長期合約量與總量，並預測區域細分類的需求。考慮到投入數量的不確定性，在模型中採用的方法是基於模糊集合理論。

(三)結果

歷史分析的說明了 LNG 彈性量的占比在過去 5 年成長了 12 個百分點。然而，很難區分出純粹的現貨貿易量，其為短期和中期 LNG 的重要部分。

彈性量的潛在發展是基於要素模型。已開發的模型顯示，全球的彈性量將涵蓋全球 LNG 貿易總量的 35%。然而，區域的彈性量分佈可能會受產業事故的影響，如液化計畫的延誤、發電能力的中斷及其他事故。

(四)結論

LNG 市場已經歷了一些變化，如新指數的出現、航運市場的發展、長期合約的彈性、基於現貨價格之短期合約的引進等。由於市場的高度不確定性，檢視影響未來現貨市場交易量的條件和限制，似乎是重要的。

貿易結構是由市場作手而決定。本研究顯示，非聚集的買方如亞洲的天然氣和電力公司，以及非聚集的賣方往往擁有長期合約量的 70% 左右。LNG 市場最近的發展顯示了更多聚集者的參與，其造成彈性量的增加。然而，現有的資料仍不足以支持亞太地區現貨貿易普及的說法。

十二、巴西彈性燃料車的普及：價格的反應及對 CO₂ 排放的影響

(一)概要

巴西彈性燃料車的普及一直非常快。它們首先於 2003 年推出，如今占輕型汽車銷售量的 92%。巴西的汽車中有 46% 是彈性燃料車，此占比仍不斷增加中。

因此，大部分的車主在加油時可以選擇乙醇或汽油。所以，巴西的

燃料消費變得很不穩定。即使有其他因素影響燃料的選擇，如環境議題，但最重要的還是燃料價格。

由於運輸成本和地方稅，巴西的乙醇價格有很大差異。靠近產地的州，如 Sao Paulo、Goias 和 Mato Grosso，相對價格吸引彈性燃料車主在一年中大部分時間都選擇乙醇。在北方，即使在甘蔗產季，乙醇還是無法與汽油競爭。

2009 年以來，巴西的乙醇供應一直吃緊且乙醇價格在甘蔗淡季期間大幅上揚。目前，巴西 26 州中，只有 1 州的乙醇價格比汽油價格的 70% 還低。結果，巴西乙醇總消費量 2010 年下降 8%、2011 年下降 26%，而汽油消費量 2010 年增加 17%、2011 年增加 18%。這意味著巴西交通運輸部門的 CO₂ 排放量顯著增加。

由於乙醇的能源含量大約是汽油的 70%。當乙醇價格低於汽油價格的 70% 時，乙醇相對比汽油便宜。

本研究的目的是要估計消費者如何應付巴西燃料相對價格的變化。因此，基於燃料價格和經濟成長不同的情境，本研究估計到 2020 年巴西乙醇和汽油的消費量。本研究還將估計燃料消費產生的 CO₂ 排放量。

(二)方法

燃料消費模型化的第一步是估計巴西的車輛。由於官方數據不夠準確，本研究基於汽車銷售量的演變及估計的函數以預測車輛數。在估計 2010 年的輕型車輛後，本研究透過計量經濟模型，根據經濟成長情境以預測未來 10 年的輕型車輛數。

本研究按燃料類型確定了車輛的概況，短期內只有彈性燃料車對燃料價格敏感。本研究使用 2006 年 1 月至 2010 年 12 月巴西每個州的月觀察值，分析彈性燃料車的燃料消費與燃料相對價格的關係。

本研究只考量彈性燃料車的燃料消費(即不考慮純汽油及純乙醇汽車的燃料消費量)，有效的乙醇消費量和潛在的乙醇消費量的比例(當所有彈性燃料車都選擇乙醇)經由相對價格而決定。本研究透過邏輯函數估算其關係：使用相對燃料價格演變的情境，估計巴西乙醇和汽油的消

費量。最後，將乙醇和汽油的消費量乘以它們的 CO₂ 排放係數，以估計每個燃料相對價格和經濟成長情境下產生的 CO₂ 排放量。

(三)結果

本研究預計到 2020 年巴西的彈性燃料車將大幅增加。在經濟成長樂觀的情境下(每年 GDP 成長 4.8%)，將占車輛總數的 81%，達 51 萬輛(2010 年 27 萬輛)。因此，燃料需求對價格變動將變得更加敏感。

據本研究估計，如果乙醇的相對價格遵循其歷史趨勢，乙醇消費量將強勁成長，占汽車部門燃料消費總量的 65%。但是，如果未來幾年乙醇價格持續走高，消費量將減少且 CO₂ 的排放量會更高。

(四)結論

巴西發展了使用乙醇作為汽車燃料的長期經驗。彈性燃料車的引進給予乙醇市場新的動能，它促成了巴西交通運輸部門 CO₂ 低水準的排放量。然而，在過去兩年中，由於價格偏高，乙醇的消費量減少。本研究分析指出，燃料的需求將對燃料價格更敏感，且高價格的乙醇會逐漸破壞巴西運輸部門碳排放的環境目標。

伍、心得與建議

能源問題攸關國家安全、民生需求、經濟發展、環境保護與永續社會，為順應國際日益嚴峻之能源環保情勢，各國均將能源及因應氣候變遷溫室氣體減量之議題，從政策層次提升至戰略層次，以確保國家能源供應的穩定及維護社會與經濟體系的永續發展，並同時思維如何藉此危機化為轉機及開創新契機。我國已將「穩定」、「效率」、「潔淨」列為能源政策的三大指導原則，在國際能源價格大幅波動及各國重視節能減碳課題趨勢下，提供穩定、安全的能源供應，以作為產業發展後盾。

綜合本次參加 IAEE 第 35 屆年會，得到以下幾項重要的心得與建議：

- 一、日本震災後電力供應不足的問題，不是變電設施不足，而是關西與關東電力系統不一致，無法傳輸支援。未來我國核電廠若不加裝機組，電力供給恐將不足，且無法利用再生能源替代核能，因太陽光電與風

力可調度的電力有限，僅能當作備用電力，火力發電則較為可靠，考量環境友善性，應積極布局天然氣(LNG)供應來源；另太陽光電擴充潛力有限，而離岸風力發電則較能擴充，可積極發展。

- 二、有必要將電源供需作更靈活性的調整，基於供給面調整有壓力，最好利用需求面調整，如推動節能減碳，考量國家經濟發展情況，適時課徵能源稅促使電價合理化。為維持電力穩定供應，且達成國家節能減碳總計畫中的 CO2 減量目標，現階段很難全面排除核能。
- 三、我國核能發電的發展應該有所減緩，至於減緩程度，我國目前核能發電的比例早就有在減緩，由於我國面積小，且台灣的核電廠密度高，雖然也沒有太大的減緩空間，對此，我國應要重視核能的基礎研究，加強研究的議題，包括：先進的核能研究，核能世代調整的研究等，讓核能發展的前景可以增加安全性，並使核廢料減少下來。
- 四、政府已訂定節能減碳目標，若又延緩發展核能發電，且台灣土地資源有限，再生能源的比重不高，要如期達成節能減碳目標則相對較為困難。可透過下列方式達成減碳目標：(一)再生能源取代核能發電相對有限，且短期仍會使用傳統石化燃料進行發電，因此碳排放量亦會增加，要達成節能減碳目標相當困難；因應未來經濟持續的成長，能源需求將會增加，除了提高能源使用效率外，尚需發展其他能源；(二)達成節能減碳的目標需要透過調整能源結構方式進行；(三)國家節能減碳目標應該考量能源安全指標，除了能源安全存量，能源進口依賴度之外，應加強民眾對能源安全的風險意識，政策的落實應結合能源供給面向與能源需求面向的觀念。
- 五、能源結構的調整，需要調整產業結構，若要朝向有效率的方向調整，可透過反映環境的外部成本，讓企業考量環境問題，落實產業結構調整，例如水資源、能源等價格外部成本的內部化，讓資源的價格朝向合理化。
- 六、針對未來我國節能減碳與能源結構的發展，除了參考國際成功案例之

外，應對本國的發展能量相當瞭解，由於我國土地資源有限，發展再生能源受到侷限，因此在政策執行時，要強化民眾對我國發展情況的認知，並考量社會觀感推動相關配套措施，例如：電價的提高要考慮社會觀感，政府先提高就業，讓民眾所得提升，隨後才提高電價，以免造成民眾負擔。

七、由於立即廢核衝擊太大，應思考在繼續利用核能的這段期間內如何走向非核家園。傳統化石燃料有 CO2 排放問題，核能又有安全疑慮，未來人類長期的能源必然以替代能源為主，這已是全球各國的共識，也成為未來國際競爭成敗的關鍵。因此政府在替代能源的發展上，應跳脫現時由國營事業負擔政策任務的小框架，以國家的力量大力推行替代能源發展，才有可能在未來達到非核減碳的目標，同時也培植出國內替代能源產業的國際競爭力。

八、我國亦應採取「資源價格正常化」政策，產業才有誘因轉型升級，導正產業結構，朝向低耗能、低污染的產業結構發展。但是由於短期內此價格制度改革不易成型，政府應以行政指導方式，導正產業結構，嚴格管控高耗能、高污染的「資源耗用型」產業設廠。在未來數十年，我國核能的發展在核四完成後應很難再繼續新建核電廠，未來仍會以火力發電為主，因此在開源與節流兩方面，節約能源是未來節能減碳政策之主要策略。

九、政府現行節能減碳與綠能政策的推動與落實，尚有進一步改善的空間；建議政府各部會在節能減碳、綠能政策、替代能源等方面，應積極進行研究與規劃。「能源價格」涉及政府施政敏感性；若一味提高能源價格，將對節能減碳政策造成負面影響。有些國家能源價格很低，但節能減碳推動成效頗佳，係取決於政府在多元能源的「管理制度」；例如台電是否積極推動綠色能源，即為關鍵因素，應積極尋求根本解決之道。

十、強化能源體系及應變能力，加強能源安全戰略，包括能源供應的安全

與穩定，均應受到關注。此外，亦應檢視能源進口來源、運輸過程、基礎建設、安全存量等問題。我國為海島型國家，自產能源嚴重不足，高達 99% 能源仰賴國外進口，且 9 成以上使用化石燃料，不僅排放 CO₂，能源價格更易受國際價格波動。發展再生能源不僅可以提高能源自主性，降低化石燃料依賴度，降低 CO₂ 排放，更能帶動國內能源科技產業發展，降低再生能源發電設施建置成本，可收一舉數得之效益。