

政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：我國能源科技及產業政策評估能力建置

能源科技策略分項

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

第二部分：科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：我國能源科技及產業政策評估能力建置 (2/4)

主持人：葛復光

計畫期間(全程)：101 年 01 月 01 日至 104 年 12 月 31 日

計畫目前執行：102 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：14,026 仟元

全程經費規劃： 仟元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

本計畫主要為低碳能源（含核能）技術之發展策略研究與成本效益分析之能力建立，研究成果除可作為擬定國家能源策略與減碳總體目標的依據外，亦可支援經濟及能源部評估各項低碳技術的合理配比、分期進程、產業效益並建立進退場機制，進而有效加速能源低碳化及擴大民間投資，並減少政府於相關技術引進與政策推動上的財政負擔。其主要目標如下：

1. 建立公信力 - 本所為能源研發公務機構，當為國家建立完整且有公信力之能源策略規劃 3E(Energy、Economic、Environment)資料庫，建構國內相關分析之基礎資料平台。
2. 強化策略分析 - 為使本所可以有效支援經濟及能源部之能源策略，有必要積極投入足夠之經費及人力建置相關分析能力。
3. 整合及委託重要學研單位，完成相關評估分析，並建立能源研究所能力、合作關係及能經領域之影響力，以有效支援政府能源及產業施政之所需。

本計畫包含(1)分項一：能源技術系統分析與(2)分項二：能源技術經濟及產業評估，兩個分項計畫，其各年度目標分別為：

(1) 能源技術系統分析

第一年：

- 利用 MED 進行 BAU 的校準，並利用能源價格變動、能源政策等測試各個能源服務需求彈性的合理性，並研析能源價格變動及能源環境稅等能源政策對於 BAU 情景中各類能源服務需求的影響。
- 開始引進 TIMES 模型，初期將重點放在熟悉模型架構與操作方式，並應用 MARKAL 模型的建構經驗於 TIMES 模型。未來改隸經濟及能源部後，與工研院模型將於部級長官督導下進行分工與整合。

第二年：

- MED 模型經過兩年建置與驗證，開始針對各部門進行最適減量規劃評估。針對電力部門進行評估，包含各式減量情景、新/再生能源技術與 CCS 技術發展等情景進行模擬，量化各式情景的最適電源規劃。
- 在 TIMES 模型建置方面，將開始建立細部技術資料，並進行模型的驗證與分析。

第三年以後：

- 預計 TIMES 模型漸進入成熟階段，模擬的工作將逐步由 MARKAL 模型轉移至 TIMES 模型。

- 由於 TIMES 模型在設計上更具彈性，因此可以更細膩地模擬在短期的能源規劃，以分析短期能源政策之影響；同時，由於工業、運輸及住商的架構也更具彈性，因此能更清楚地模擬出外在環境變化與能源政策推行對各個能源需求彈性的影響。
- 評估能源政策推動對於各種主要工業、運輸及住商等部門的敏感度，並可以進一步評估各部門之最適減量方案。

(2) 能源技術經濟及產業評估

第一年：

- 完成火力電廠與核能電廠之技術經濟評估。由於火力與核能電廠為我國之基載電力，亦為主要電力來源，因此先進行評估，以供後續作為基載電力規劃之參考依據。
- 完成生質酒精、CCS 之產業與生命週期評估。我國是否發展生質酒精產業及其發展方向有諸多爭議，因此將詳加探討生質酒精產業的各種可能性，並評估其成本效益及產值，供相關單位參考。CCS 為 CO₂ 減量之重要技術，我國是否可以在相關產業佔有一席之地，或是成為關鍵零組件之供應商均是備受關切的問題，因此本計畫將深入探討其產業效益。

第二年：

- 完成風力發電及太陽光電之技術經濟評估。目前我國再生能源的使用，最主要的是水力發電，但未來再生能源發展將更倚重於風力發電及太陽光電，但在資源有限下，兩者應如何規劃與發展，則需視成本效益的差異做出決定。
- 針對風力發電進行產業評估。目前我國為推廣再生能源，訂有再生能源電力躉購費率，該費率亦是考量各種技術之成本結構，與產業發展的重要因素。

第三年以後：

- 完成燃料電池及智慧型電網之技術經濟、產業評估。上述兩項技術之產業化仍然有一段距離，因此在投入研發資金前，研析其技術之成本效益，與未來產業化後之效益，將有助於國家研發資源之運用。

二、計畫實際達成度與預期目標之差異

(說明本年度執行的成效，以及實際成效與預期成效之差異說明。若進度落後，請提出彌補方法與措施。)

年度預期目標(查核點)	實際達成情形	差異分析
分項一 能源技術系統分析 1. 完成 MARKAL/TIMES 模型國際現況彙整	(1) 已蒐集並彙整 MAEKAL/TIMES 模型中，電力、工業、運輸、住商等部門的最新國際現況資訊與相關 SCI 文獻，台經院、IEK 以及所內相關技術、產業與政策等資料庫方面也已蒐集完畢。 (2) 模型更新方面，完成 MARKAL 住商、運輸、工業與農業部門價格彈性本土化估計。由於模型中價格彈性的高低將直接影響需求量的變化，然過去國內 MARKAL-ED 模型多參考 UK MARKAL 設定值，並不適合我國現	無差異

	狀。為提升 MARKAL-ED 模型趨向本土化，本研究利用計量經濟分析的 Lag structure model 估計各部門之長、短期能源服務需求價格彈性。相關數據本土化，有利於模型在分析上更為精準有效。 (3) 利用 MARKAL 模型，完成 2010-2050 年 CO₂ 排放減量稜鏡圖。從繪製的稜鏡圖分析顯示，2050 年各種減碳技術之貢獻量以 CCS 貢獻占比(18.0%)最大，其中燃煤及燃氣 CCS 發電的減碳比例各為 52%及 27%，而工業部門 CCS 技術減碳占比為 21%。若要達到 2050 年減碳目標，除了上述手段外，仍須大量仰賴境外減量。	
分項一 能源技術系統分析 2. 完成 MARKAL 模型歷史年能源使用與 CO₂ 排放量校準	(1) 完成 MARKAL 電力、工業、運輸、住宅與服務業之能源消費校準、CO₂ 排放量校準、技術參數更新、能源服務需求更新，依照國內真實能源消費情形，調整與修正模型技術參數。本次校準係根據能源局公布之 2010 年能源平衡表實績值，計算與推估各部門中各種耗能技術的能源使用量，更新各技術參數與能源服務需求，最後進行驗證分析。模型經過校準與更新能源服務需求後，可真實反映出國內能源系統的運作情形，並有利於後續策略擬定的參考價值。 (2) 依據能源局 2012 年公告之能源平衡表，並採用「IPCC 國家溫室氣體清冊指南，2006」，計算我國燃料燃燒 CO₂ 排放量，並將計算結果與經濟部能源局於 2012 年 10 月發表之「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析」報告進行差異分析。	無差異
分項二 技術經濟及產業評估 1. 完成風力與太陽光電相關資料蒐集彙整簡易分析	蒐整我國 2020 年 IGCC、IGCC/CCS、NGCC、Nuclear 及太陽光電、風力發電均化成本與技術參數資料，並將未來燃料及碳價成長率已考慮在內，衡量 2020 年主要發電技術之均化成本，並完成「我國 2020	高於預期，此篇簡析已獲國內智庫(如台經院)肯定，將可作為我國研擬未來電源開發方案之

	年主要發電技術之均化成本估算」簡析一文。	具體參考依據。
分項二 技術經濟及產業評估 2. 完成投稿相關會議論文 1 篇	完成 CCS 相關技術經濟資料及成本分析，發表所內技術報告、簡析各一篇，並在 102 年 6 月 16 日發表於國際研討會 IAEE 2013 Conference 『Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan』。	無差異
分項二 技術經濟及產業評估 3. 完成運輸部門、住商部門所內報告	已完成運輸部門與住商部門彈性估計報告，並由所內同仁審閱，目前進行最後的審訂工作，以利後續並將本土化的彈性估計值提供給 MARKAL 模型使用。整體進度符合預期。	高於預期，另外亦完成工業部門本土化彈性推估，亦將本年度研究成果，彙整撰寫『台灣能源服務需求價格彈性推估』一文，投稿至「第二屆能源經濟與能源法學術交流會」研討會，已獲接受，並已並於 11 月 26 日發表，成果已獲兩岸專家學者肯定。
分項二 技術經濟及產業評估 4. 完成工業部門減碳目標、風力發電技術研討會	已完成舉辦兩場研討會，主要內容如下： (1) 核研所與台經院、中國中科院於 102 年 10 月 15 日共同舉辦「2013 兩岸產業低碳化之發展策略」研討會，會議邀請行政院環保署署長沈世宏致詞、台灣大學應力所陳發林教授、文化大學楊之遠教授及中國大陸中科院范英教授、中國大陸科學院數學與系統科學研究院汪壽陽院長等多位學者參與，會議也邀請核研所邱副所長蒞臨主持。當天與會者計有 50 餘位台灣與中國相關單位之學者和研究人員。會中核研所完成研究論文「台灣經濟成長與碳排放之長期關係：產業部門別之研究」並發表。期盼透過本次研討會可作為兩岸意見交流的平台，吸取對岸低碳化策略的實務經驗，作為提出政策建議時之參考依據。 (2) 核研所與中原大學商學院應用經濟模	高於預期，(2)計畫成員葛復光發表之「後福島之核能政策與能源安全」一文受到中經院梁啟源董事長及廖惠珠教授的肯定。

	型研究中心於10月14日共同舉辦「後福島之減碳與能源安全新思維」研討會，會議邀請行政院經建會李高朝顧問致詞、也邀請台灣經濟研究院研究所副所長陳詩豪、台灣電力公司綜合研究所電經室主任洪紹平、中國中科院范英教授、中國科學院科技政策與管理科學研究所劉靖宇等多位學者參與。會中葛復光完成研究論文「後福島之核能政策與能源安全」發表，已獲國內學者專家肯定。	
--	---	--

三、計畫架構(含樹狀圖)：

本計畫包含2個分項計畫，分別運用能源模型與經濟評估等方法進行研究，計畫架構如圖1所示。

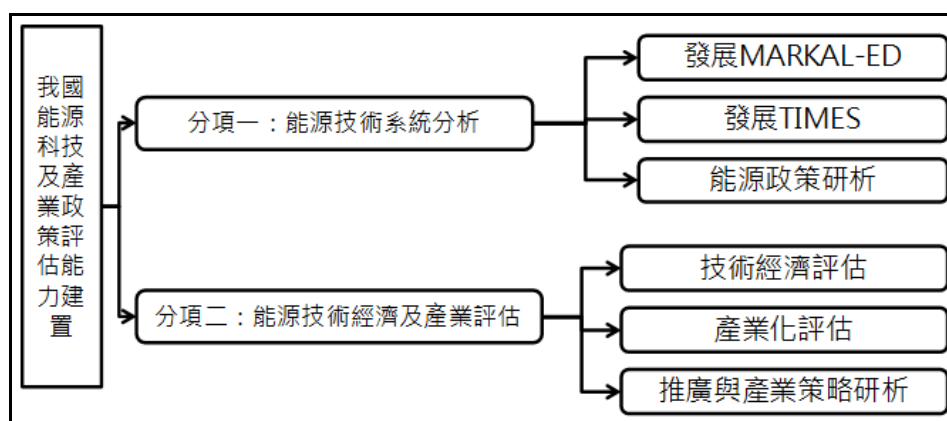


圖1：計畫整體架構與研究方法

分項一為能源技術系統分析，由 MARKAL 模型逐步轉往 TIMES 模型為方向，並針對國家的各種政策情境，進行能源供需之模擬。而分項一又可以分成兩個部份，分別為能源經濟模型的發展，以及國家能源政策的評析與最適減量規劃的建議。在能源模型方面，目前核能研究所的研究團隊已經完成 MARKAL-ED 模型建置，並用以探討外在環境(如能源價格變動)與內部因應方案(如能源政策的推動)，對於各個部門的能源服務需求的影響。而由於現今國際研究趨勢已逐漸轉向使用 TIMES 模型，因此本計畫也將引進 TIMES 模型，並隨著模型的發展進程，逐漸將分析平台從 MARKAL 模型轉換為 TIMES 模型。在國家能源政策評析方面，本研究將根據社經環境與技術發展，定期更新能源供需規劃與減量策略評估報告，並藉由 MARKAL-ED 模型的需求彈性分析結果，提出國家各部門最適減量規劃建議。其架構如圖2所示：

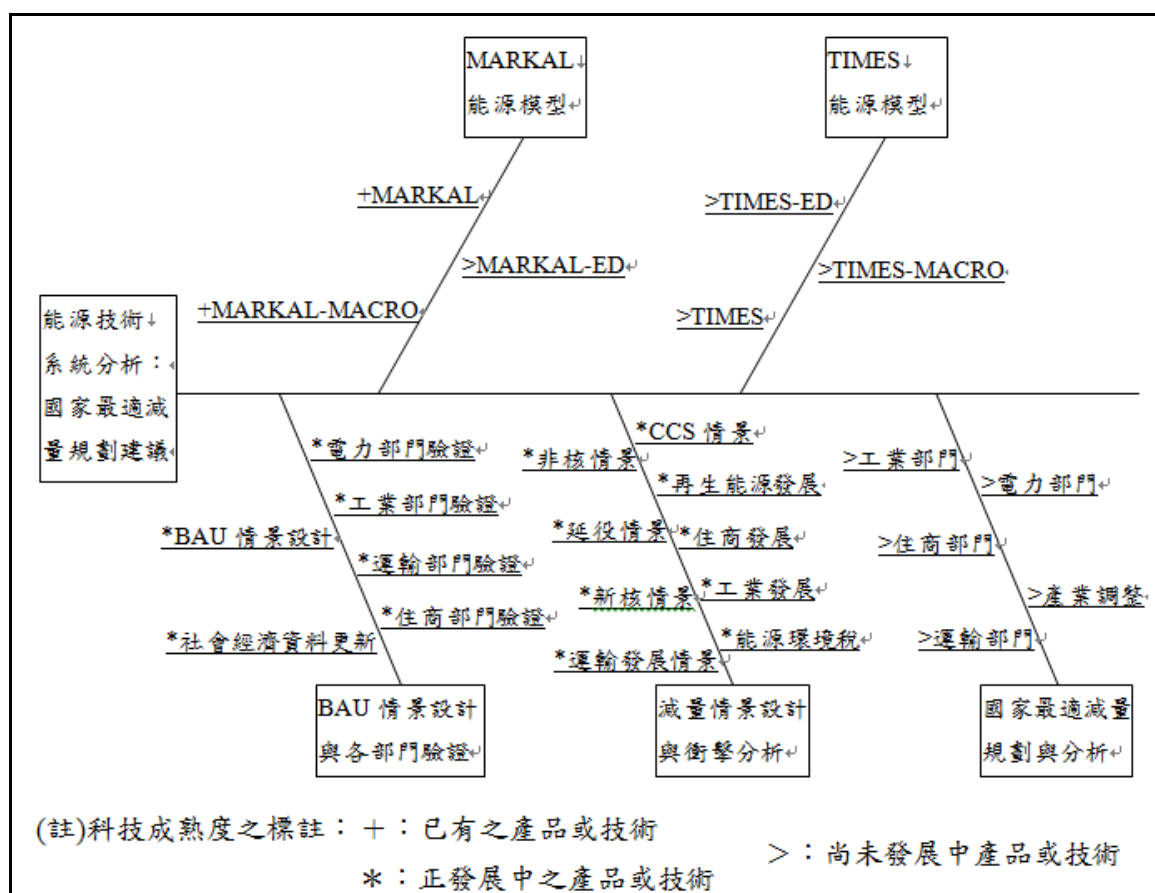


圖 2：能源技術系統分析研究架構

分項二為能源技術經濟及產業評估，依序分析我國的基載電力、再生能源，與評估碳捕捉與封存(CCS)與智慧電網等技術。而分項二主要可分為兩部分，其一著重於技術本身之成本效益，因此包含需蒐集技術之成本結構，並進行成本結構彙整分析；完成成本結構分析後，即可進行技術評估分析，以瞭解技術的優勢及劣勢，進而可計算技術之成本效益。然尚有諸如經濟壽年、效率、成本之預測值等不確定性存在，因此需進行重要參數之靈敏度分析。在產業評估方面，首先需使用 CGE 模型進行技術產業化後的 3E 效益，以瞭解技術在經濟、能源、環境之效益；之後再進行市場潛力分析，找出可能的市場及其規模，最後則進行產業化建議。其架構如圖 3 所示：

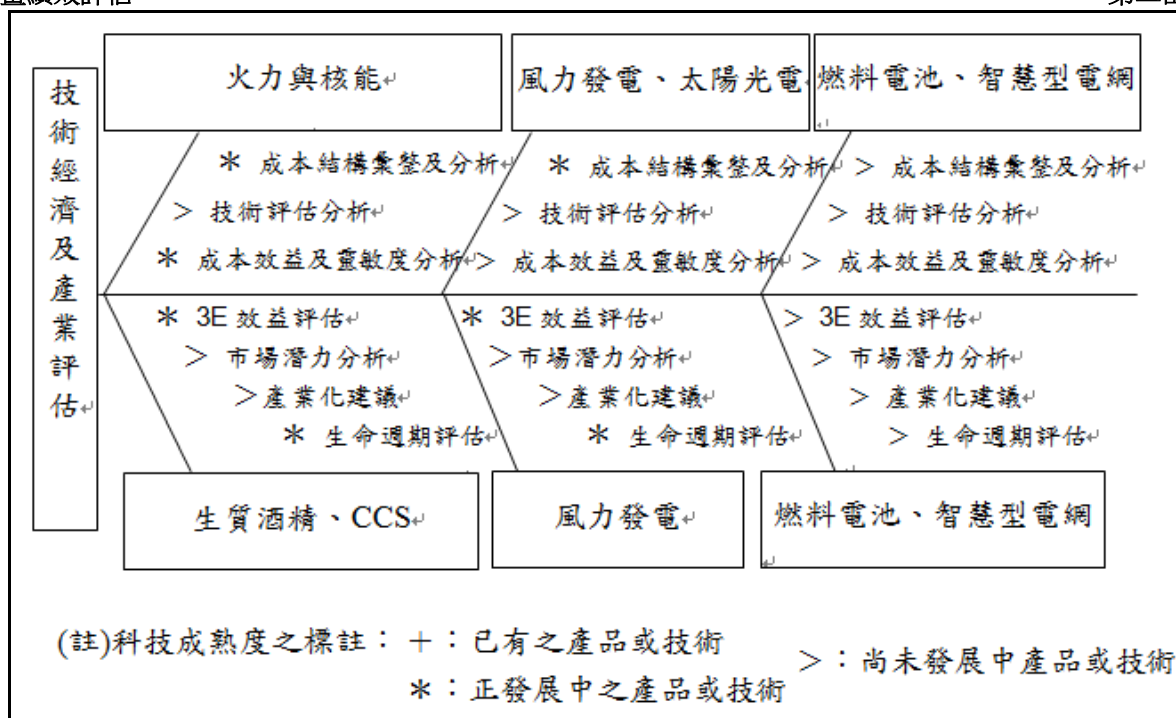


圖 3：技術經濟及產業評估研究架構

四、計畫主要內容：

目前國內部分能源及減碳政策在規劃上宣示意義往往大於實質，或因缺乏成本效益與價格機制之考量，易導致規劃與實際情況多有落差。故本計畫在執行時是以 MARKAL 模型及技術經濟分析重新評估相關目標之可行性與成本，並依據現實條件提出低碳能源合理配比之修正建議及逐期落實規劃。在實施步驟上將優先以能源技術模型建構我國能源供需全貌與評估未來規劃，再透過逐期完成之技術經濟資料，針對個別核心技術進行修訂，力求模型更趨合理完整。本計畫在能源技術分項的經濟規劃次序主要考量如下：

1. 該技術對能源安全與減碳貢獻的影響性
2. 政府對於該技術相關政策的明朗度與延續性
3. 該技術現階段的商品化成熟度與市場接受度

本計畫執行時將引進 MED 及 TIMES 模型、納入技術經濟與 CGE 等分析之結果，以強化整體研究之經濟分析。同時在資料蒐集上，除政府已公開資訊外，亦將納入國科會相關前瞻性計畫及分析非政府組織（non-governmental organization, NGO）之構想，期望能呈現多樣化的觀點與釐清各界對能源發展、減碳規劃上之迷思，進而建立可行之低碳能源及經濟發展規劃。最終研究團隊亦希望協助政府機關整合國內能源政策相關模型與研究能量，以促成政策溝通平台之完成。

對於相關能源技術、技術經濟及產業化之分析與評估工作重點如下：

1. 技術評估分析：評估各類能源技術特性、成本及其可能發展路徑，用以釐清低碳能源由 2015～2050 年間對於減碳貢獻之多寡與成本。此外，針對各類能源技術間的競合關係進行評估。
2. 技術成本結構彙整：建置本土化技術成本資料庫，為了避免所蒐集資料與國內產業界相去甚遠，已加強與相關研究單位、廠商或產業組織等的聯繫工作。另若干本土化資料不足部分，則藉由蒐集整理國外數據暫時填補。

3. 成本效益及靈敏度分析：依本土化成本數據評估各類技術的成本效益，並進行敏感度分析找出核心影響，分析範圍包含各種技術及經濟條件，如：自製率、能源價格、碳價格、折現率、容量因素及效率等。
4. 3E 效益評估：綜合考慮各類能源技術之內外部成本，包含各種經濟效益評估，如：產值、GDP、能源密集度、碳密集度、就業人口以及單位減碳成本預估。
5. 市場潛力分析：評估低碳能源產業之國內外市場規模，是否可達到發展所需之規模經濟條件；另釐清台灣產業與國際競爭上，所具有的絕對與相對優勢條件。
6. 產業化建議：經研析後提出綜合建議，包含：(1)該不該自行發展，(2)需自行發展之核心技術，(3)自行發展所需之配套條件，(4)產業化時程與整體貢獻(產值預估、減碳成本及國內可裝置量)。

另因希望能與國際研究相接軌，故在研究方法上多採用已獲國際研究機構長期使用之知名套裝軟體（如 MARKAL、TIMES、RETSCREEN、CGE 等）為基礎。各模型定位如下：MED 是針對可調整個別能源服務之需求探性，呈現各最終部門之需求變化；另引進 RETSCREEN 作為國內能源技術經濟與評估之工具；委外開發之 CGE 模型則是強調能源產業之關連研究與經濟效益。而相關模型數據、設定條件、減碳研析的正確性與研究結果的公信力，團隊則是透過定期的所內外專家審查、國外顧問諮詢和參與公開會議、學術期刊發表等方式，確保研究品質。本研究 102 年度重要成果如下：

1. 提供中長期能源規劃與簡析及完成行政院副院長辦公室相關交辦事項，期間並於副院長辦公室向副院長進行三次內容說明與報告，詳細內容如下表所示：

提供行政院毛副院長 25 次能源政策資訊文件表：

交辦日期	交辦事項名稱	完成日期
2013/3/15	轉呈歷年相關研究資料	2013/3/18
2013/3/18	準備赴行政院開會資料	2013/3/18
2013/3/18	「低碳電力結構分析」評析	2013/3/20
2013/3/18	綠盟-核四真實成本與能源方案報告評析	2013/3/20
2013/3/19	我國中長期電力供需趨勢及情境分析	2013/3/20
2013/3/20	相關報告之評析建議	2013/3/20
2013/3/21	核電情境分析	2013/3/22
2013/3/22	評析核四商轉與否情境分析	2013/3/22
2013/3/25	替代能源情境組合	2013/4/10
2013/3/25	再生能源現況、趨勢與瓶頸（一）	2013/3/27
2013/4/2	再生能源現況、趨勢與瓶頸（二）	2013/4/8
2013/4/4	北部供電回覆說明	2013/4/4
2013/4/10	IEA(2010)均化成本參數設定說明	2013/4/10
2013/4/12	核四商轉與否之供給評估	2013/4/12
2013/4/15	修訂政院文宣	2013/4/15

2013/4/15	剪報評析	2013/4/15
2013/4/17	能源政策及核能安全相關論述背景資料	2013/4/17
2013/4/22	評析業者網站風力發電與再生能源論述	2013/5/2
2013/4/24	回覆「核四行不行」相關意見	2013/4/26
2013/5/27	「台灣基載電源的選項與其面對挑戰」論述資料	2013/5/27
2013/5/28	2010-2050 年碳排放係數與發電成本趨勢資料	2013/5/28
2013/5/30	「2050 年不同核能情境評估」之評析建議	2013/5/30
2013/6/4	日本 311 事件前後燃料成本、電力價格的轉變與影響	2013/6/6
2013/6/25	二氧化碳封存埋地底，恐誘發地震之相關說明	2013/6/27
2013/6/28	IEA 世界再生能源預測之相關說明	2013/7/2

提報內容主要涵蓋以下五大面向：

- (1) 針對我國中長期電能最適規劃議題，完成「我國中長期電力供需趨勢及情境分析」、「替代能源情境組合分析」、「核四商轉之供給評估分析」及「能源政策及核能安全相關論述背景資料彙整」。
- (2) 完成「IEA 估算之 2010 年發電技術均化成本說明」一文，相關結果除具體量化數據外，尚包含德國、美國、日本三國各項發電技術之均化成本推估方法、假設、參數設定等。
- (3) 針對行政院文宣品內容-「CCS 可能會導致發電成本提高 80%~100% 以及 CCS 會耗用 30% 之能源」是否正確進行 RETScreen 模型估算，結果顯示設置 CCS 的確會造成發電成本大幅上升及耗能的增加，該結論可提供我國做為制定減碳技術的參考。
- (4) 完成 TVBS「核四行不行」相關問題回覆，包括德國電價上漲原因(是否因為投入再生能源發展而造成)、太陽光電可代替核能等(裝置容量與發電量差異)。
- (5) 完成日本液態天然氣與電價影響分析、再生能源政策發展現況、趨勢與瓶頸(1)(2)、我國發展風力發電之問題及核四真實成本與能源方案報告等。

上述相關研究成果與建議彙整分析後，已轉呈行政院副院長辦公室卓參，實際作為能源相關政策論述之參考，期間並於副院長辦公室向副院長進行三次內容說明與報告。

2. 參與公開能源相關會議，深入了解社會各界對能源相關議題想法並加入共同討論，具體會議工作內容如下：
 - (1) 計畫成員葛復光以桌長，孫廷瑞、陳中舜以桌員身份參與環保署主辦「臺灣 2050 年零碳及再生能源百分之百之可行性及必要性」公民咖啡館。觀察學習相關公民會議制度的舉辦方式。並於會議中提出能源議題見解供與會人員討論。
 - (2) 參與立法院『低碳家園與非核家園雙贏策略』公聽會。提供相關政策論述與量化數據供副所長參考使用，並收集各界不同之意見，作為模型情境設計上之參考。
 - (3) 參與『政策導向計畫：一般民眾與關鍵群體之低碳能源（含核能安全）科技素養研究與推廣計畫』於政治大學舉辦之能源科技政策會議。會中與綠盟環保人士、台電人員進行面對面的溝通，以比較與驗證彼此數據、觀點之差異，尋求化異求同理性對話的可能。
3. 為強化各界交流與模型假設及參數的正確性，本研究舉辦了一系列的專家會議：
 - (1) 本計畫於 3 月 1 日舉辦二場專家座談會-「MARKAL-ED 進口能源價格預測」及

- 「亞洲 LNG 進口價格關係分析」；與談專家共四位-中油企研處經濟市場組林淑娟組長、中油天然氣事業部購運室陳玉山主任、台綜院李正明主任及台綜院黃宗煌副院長。當天委員熱烈分享相關實務經驗，李正明主任並提供天然氣相關資料及文稿。由於我國 LNG 較缺乏公開的採購及價格預測資料，專家意見使 MED 模型之價格設定更符合專家對市場態勢，研究所得之策略建議更貼近實務所需。
- (2) 本計畫於 5 月 16 日「工業部門邁向低碳產業結構」委託計畫與台經院共同在核研所舉辦期中專家審查會議，出席專家學者計有經濟部工業局永發組陳良棟副組長/博士，財團法人中技社鄭清宗主任/博士，中鋼蕭輝煌工程師，世新大學財務金融學系郭迺鋒 副教授等四位，本研究結合溫室氣體減量成本模型(Mckinsey model)的運算邏輯和所需變數，以其概念進一步探討未來先進綠色技術設備成本與產業關聯表連結的關聯性及重要性。歸納模型運算邏輯所需變數，包括：先進設備減碳潛力(減碳量)、單位產量、總成本支出、營運成本、資本支出(設備成本)、能源成本、行政支出。相關變數值鍵入模型後，可求得使用 CCS 措施後，產業減碳量及減碳後的 CO₂ 排放量。並在會後將委員意見寄送給台經院參考，作為後續期末報告的修訂依據。
- (3) 本計畫於 5 月 17 日召開「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」委託計畫期中專家審查會，邀請台北商業技術學院 楊浩彥教授、中原大學 林師模教授和文化大學 柏雲昌教授，召開一場專家座談會，針對本研究所提出之能源稅減碳政策配套措施之可行性進行修正與建議，此外，對於一般均衡架構下的基準情境和模擬情境的設計、減碳政策可能造成之經濟衝擊（包含減碳效益、對產業結構之影響、對總體經濟可能造成的負面效果、對社會福利的影響等）、相關配套措施對我國經濟衝擊之減緩效果等政策模擬結果，提出專業的建議和修正的方向，透過專家審查達到意見交流及提升研究成果品質之目的。
- (4) 核研所與台大政治系林子倫教授團隊共同進行電價政策制定評析，並於 102 年 5 月 31 日及 7 月 11 日舉行兩場專家座談會及 5 次專家深入訪談，相關結論除可作為後續訂立電價時之重要參考外，亦有利於釐清不同產業對於能源需求彈性，並由產業發展的觀點提出對我國未來整體最適電源規劃與電力政策之建議。
- (5) 本計畫於 6 月 27 日與中原大學商學院共同合作執行「台灣發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」研究計畫，並辦理期中專家審查會議，邀請中興大學應用經濟學系許志義教授、環興科技股份有限公司陳啟明經理、台北商業技術學院財金系楊浩彥教授及中原大學國貿系林師模及林晉勛教授等國內知名能源經濟、技術專家，針對風力發電與智慧電網之技術經濟分析模型參數進行全面性檢討，以利後續敏感度分析。此外，本計畫也建立 GEMETT 政策評估模型，模型中將發電結構依負載特性區分為基載、中與尖載機組，有助於探討我國最適發電結構配比，並作為未來 3E 政策評估模型設計之基礎，並透過系列專家審查會議機制使本計畫建構之能源經濟模型能更趨於現實情況。
4. 期刊論文投稿方面，[分項一] 能源技術系統分析發表『Evaluation of NO_x, SO_x and CO₂ Emissions of Taiwan's Thermal Power Plants by Data Envelopment Analysis』論文，Aerosol and Air Quality Research, Volume 13, No. 6, 2013, Pages 1815-1823 (SCI)。[分項二] 能源技術經濟及產業評估則完成『Renewable energy and renewable R&D in EU

countries: A cointegration analysis』論文，並已獲 Asian Journal of Natural & Applied Sciences 期刊接受。同時，也將『Policy target, feed-in tariff, and technological progress of PV in Taiwan』及『Feasibility and optimal production allocation of cellulosic ethanol from Taiwan's agricultural waste』兩篇論文，分別投稿至 SSCI 期刊(Energy Policy)與 SCI 期刊(Applied Energy)，目前進度為：審查中。此外，亦將『The relationship between CO2 emissions and financial development: Evidence from OECD countries』，目前進度：已完成二審回覆。最後，將『台灣進口部門 Armington 彈性之估計與分析』一文投稿至「台灣經濟論衡」，以彌補國內已近 20 年未有任何文獻估計 Armington 彈性參數，因此本研究必為近年國內 CGE 模型引用之重要參考文獻。

5. 國外研討會發表方面，葛復光等人於 IAEE 2013 Conference 發表『Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan』論文。而曾盟峯也於 3rd EAAERE 2013 Conference，發表『The Assessment of Emission Allocation on Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan』論文，並與國外專家討論核能研究所近年來在能源、環境與資源經濟的研究成果，藉以掌握相關能源議題之看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係。
6. 參與國際重要會議方面，計畫成員葛復光（1）奉派赴日參加『第 9 屆台日能源研究合作研討會』，會後轉往韓國拜訪韓國能源研究所與參訪韓國能源管理公司。該行程有助於加強台日韓三國能源領域專家的聯繫與對相關議題的看法交流，進而促進合作的可能。（2）獲上海交通大學能源研究所于力軍副院長邀請，赴大陸參加『海峽兩岸能源合作方案及其機制設計』座談會及參訪，並擔任『兩岸能源討論及議題建議』演講者。此次座談會匯集海峽兩岸能源領域諸多專家討論有關未來合作與規劃加強兩岸交流事宜。
7. 本團隊完成研究報告 10 篇與技術報告 4 篇
分項一：（1）『MARKAL 彈性需求模型於不同進口能源價格下之情境分析』（作者：廖偉辰），編號 INER-9979。（2）『我國燃料燃燒二氧化碳排放計算與分析』（作者：陳治均），編號核定中。（3）『永續的能源策略-從公共策略理論看電力政策制定』（作者：葛復光、周家駿），報告編號為： INER-10038。（4）『由韓國經驗看我國產業轉型政策』投稿經濟前瞻期刊(作者：陳中舜、柴蕙質)，報告編號為： INER-9905。（5）『排放權核配對能源密集產業碳風險影響評估』（作者：曾盟峯），報告編號為： INER-10012。

分項二：研究報告 5 篇：（1）『我國 2020 年燃氣、燃煤與核能電廠之技術經濟評估』（作者：卓金和、陳中舜、葛復光），報告編號為： INER-10018。（2）『我國服務業部門之能源使用效率評估-三階段資料包絡分析模型之應用』（作者：孫廷瑞、張四立、陳玉嬋），報告編號為： INER-10024。（3）三篇能源經濟的應用(作者:卓金和、朱雲鵬、楊浩彥)，德國 LAMBERT Academic Publishing 出版商出版專書，報告編號: INER-10117。（4）產業關聯分析操作手冊(作者:葛復光、卓金和、柴蕙質、袁正達、孫廷瑞)。（5）我國發展太陽光電之經濟與環境效益(作者:孫廷瑞、葛復光)。技術報告 4 篇：（1）『MARKAL-ED 模型能源服務需求價格彈性推估-工業、農業與非能源使用部門』（作者：孫廷瑞、葛復光），報告編號為： INER-10448。（2）『MARKAL- ED 模型能源服務需求價格彈性推估-運輸部門』（作者：袁正達、葛復光），報告編號為：編號中。（3）『MARKAL- ED 模型能源服務需求價格彈性推估-住商部門』（作者：柴蕙質、葛復光），報告編號為：編號中。（4）『MARKAL-ED 模型之初級能源進口價格參數長期預測。』（作者：柴蕙質、葛復光），報告編號為：編號中。

8. 完成能源相關簡析，詳細名稱、作者如下表所示：

簡析名稱	作者
從 Kaya 恆等式分析我國各項能源指標對 CO ₂ 排放的影響	陳治均、葛復光
我國 2020 年主要發電技術之均化成本估算	卓金和、孫廷瑞
2012 年德國太陽光電發展現況	孫廷瑞
我國各項發電技術之容量因素與尖峰因子簡析	孫廷瑞
各國核能發電均化成本	袁正達、葛復光、孫廷瑞、卓金和
台灣地區國內生產毛額變動研析	孫廷瑞、葛復光、卓金和、柴蕙質、袁正達
IEA 估算之 2010 年發電技術均化成本說明	孫廷瑞、卓金和
照明技術經濟研析	鄧馨瀚
核能發電 3Q：生命週期碳排放、外部成本與除役成本之概析	張志瑋、陳中舜
核電廠運轉情形對電價的影響分析	卓金和、孫廷瑞、柴蕙質、葛復光、袁正達
福島事件後德日兩國核能政策調整之電價與電力結構簡析	葛復光、陳中舜、袁正達、柴蕙質
日本 311 事件前後燃料成本、電價的轉變與影響	陳中舜、葛復光
再生能源政策現況、趨勢與瓶頸	陳中舜
德國再生能源政策現況與困境	陳中舜
IEA 「2013 再生能源中期市場報告」簡評	陳中舜
國際碳市場現況及碳價趨勢	曾盟峯、葛復光
NEA「核能與再生能源在低碳電力系統之影響」重點簡析	韓佳佑、陳中舜、葛復光

9. 102 年度委託中華經濟研究院王京明研究員團隊進行「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究，並將相關研究成果彙整成『FIT or RPS? Which One Shall We adopt to Deploy Renewable Energy』，發表於 2013 年上海論壇。
10. 本計畫致力於 MARKAL-ED 模型之關鍵參數”能源服務需求價格彈性”之建立。目前已完成各部門能源服務需求彈性設定值推估，由於我國彈性參數設定多有欠缺，目前除彙整國內外相關實證文獻及 MARKAL-ED 相關文獻設定值外，本計畫亦根據國內統計資料，以計量方法(時間序列模型)推估各項彈性參數設定值，克服我國缺乏本土化參數之問題。同時，亦將本年度成果彙整撰寫「台灣能源服務需求價格彈性推估」一文，並發表於 11 月 26 日由台灣經濟研究院所舉辦之『第二屆能源經濟與能源法學術交流會』，已受到各界人士的肯定。
11. 本研究利用 MARKAL 模型分析完成『替代能源情境組合分析』，探討『既有核電廠是否延役』及『核四廠是否興建』二項關鍵議題，燃料替代原則假設分二類：(1)發電成本最小化且燃煤發電最大化；(2)再生能源極大化且燃煤發電極小化，結果包含各情境發電量、發電占比、發電成本、部門用電占比、排碳量等，可作為政府後續規劃之參考。
12. 完成 MARKAL 電力、工業、運輸、住宅與服務業之能源消費校準、CO₂ 排放量校準、

技術參數更新、能源服務需求更新，依照國內真實能源消費情形，調整與修正模型技術參數。本次校準係根據能源局公布之 2010 年能源平衡表實績值，計算與推估各部門中各種耗能技術的能源使用量，更新各技術參數與能源服務需求，最後進行驗證分析。模型經過校準與更新能源服務需求後，可真實反映出國內能源系統的運作情形，並有利於後續策略擬定的參考價值。

13. 模型更新部分，已完成

- (1) MARKAL 住商、工業及運輸價格彈性本土化估計。由於模型中價格彈性的高低將直接影響需求量的變化，然過去國內 MARKAL-ED 模型多參考 UK MARKAL 設定值，並不適合我國現狀。為提升 MARKAL-ED 模型趨向本土化，本研究已完成估計各部門之長、短期能源服務需求價格彈性。相關數據的本土化，有利於模型在分析上更為精準有效。
 - (2) MARKAL 社經條件參數及能源服務需求更新。MARKAL 參數更新版本: 2011-2015 年 GDP 成長率為 3.11% (台電 2012.11.08 版本)、人口成長率為 0.26%、家戶數成長率為 2.63%、人均 GDP 成長率為 2.83%。工業能源服務需求推估: 電子電機業成長幅度最大，未來幾乎均維持在 3% 以上之成長率。鋼鐵考慮未來中龍擴建及中鋼高爐更新，新增之容量則以外加之方式計入。住宅及服務業部門能源服務需求推估: 電腦及其它電器需求將隨著未來對 GDP 之預測值下修而調降。商業部門各類需求將隨著未來對 GDP 之預測值下修而調降。運輸部門能源服務需求估計: 大小貨車由於未來持續的經濟成長下，對於載運貨物的車輛需求仍然持續增加；小客車的部分在未來經濟以及個人所得的持續增長下，能源服務需求亦呈現增加的現象。相關數據的更新，有利於模型在分析上更為接近現實。
14. 形成教材方面，計畫主持人葛復光協助教育部能源國家型科技人才培育計畫，完成大專能源科技人才培育資源中心 K-12 能源科技教育種子教師培訓教材編寫工作，葛員負責撰寫「核能發電的角色與爭議」章節，該內容將有助於傳播正確的能源資訊與促進各界意見的交流。
15. 本計畫於 1 月 23 日邀請台灣綜合研究院侯仁義副所長於本所能經系列課程中，講授『我國能源平衡表與二氧化碳排放計算』，並發現以下兩點有誤：(1) 在廢棄物排放計算上，發現經濟部能源局錯把廢棄物的公秉油當量單位的統計值當作熱值單位，並以熱值單位為計算 CO₂ 排放之基礎，因此造成計算上的差異。(2) 在固體燃料排放計算上與其之差異，可以歸咎於經濟部能源局於焦炭的排放係數錯植之因，根據 IPCC 2006 版的資料，焦炭的排放係數應該為 107,000 CO₂/TJ，而經濟部能源局的報告於計算上將其錯植為 10,700 CO₂/TJ，所以造成差異，且經與負責數據計算的單位查證後，發現能源局統計報告於焦炭的排放係數實有錯植之處，而後其也採納本團隊所提出之建議，並於 2013 年 7 月發表之統計報告修正錯誤之處，而修正後的排放量與本團隊計算值十分相近。上述官方公佈之 CO₂ 排放相關數據係為我國諸多研究單位參考資料的主要來源，且提供 IEA 作跨國排放指標比較的數據也以此為主，因此如何確保公布數據的正確性與一致性就顯得十分重要，而本團隊也樂於藉由計算 CO₂ 排放的分析研究，先釐清與官方公佈數據彼此間的差異，而後提出建議，使得此公佈數據能更趨於完善，以利後續相關研究與跨國比較。
16. 產業合作方面，於 5 月 14 日派員赴中鋼公司訪談並建立合作管道。討論中鋼公司「低碳重點行動方案」，並取得 MARKAL 模型鋼鐵業參數資料及業界建議，有助於提升模型建置的合理性並協助業界進行節能減碳規劃評估，除了協助中鋼公司做未來減排之具體規劃外，亦可作為評估我國鋼鐵產業未來發展之重要參考。

17. 資訊平台建置工作：目前資料蒐集部分完成(1)GRB、IEK、台經院資料蒐集，共蒐集約 1300 篇能源政策、各項再生能源、氣候變遷等相關報告；(2)蒐集國外 IEA、EIA、IPCC 等相關重要報告；(3)蒐集所內各技術團隊提供能源趨勢季報約 88 篇。並提供快速搜尋、資料轉寫、檔案下載、網站連結等便利服務。

18. 已完成與國內外研究單位合作舉辦兩場研討會，主要內容如下：

- (1) 核研所與台經院、中國中科院於民國 102 年 10 月 15 日共同舉辦「2013 兩岸產業低碳化之發展策略」研討會，會議邀請行政院環保署署長沈世宏致詞、台灣大學應力所陳發林教授、文化大學楊之遠教授及中國大陸中科院范英教授、中國大陸科學院數學與系統科學研究院汪壽陽院長等多位學者參與，會議也邀請核研所邱副所長蒞臨主持。當天與會者計有 50 餘位台灣與中國相關單位之學者和研究人員。會中核研所完成研究論文「台灣經濟成長與碳排放之長期關係：產業部門別之研究」並發表。期盼透過本次研討會可作為兩岸意見交流的平台，吸取對岸低碳化策略的實務經驗，作為提出政策建議時之參考依據。
- (2) 核研所與中原大學商學院應用經濟模型研究中心於民國 102 年 10 月 14 日共同舉辦「後福島之減碳與能源安全新思維」研討會，會議邀請行政院經建會李高朝顧問致詞、也邀請中華經濟研究院綠色經濟研究中心唐郁淳分析師、台灣經濟研究院研究五所副所長陳詩豪、台灣綠色生產力基金會助理研究員陳玉嬋、台灣電力公司綜合研究所電經室主任洪紹平、中國中科院范英教授、中國科學院科技政策與管理科學研究所劉靖宇等多位學者參與。會中計畫成員葛復光報告之研究論文「後福島之核能政策與能源安全」一文，受到中經院梁啟源董事長及淡江大學經濟系廖惠珠教授的肯定。

參、計畫已獲得之主要成果與重大突破就計畫預期目標及 KPI 來作重點說明(含質化與量化成果 outputs)

一、質化成果

說明：

請就本計畫涉及之■(1)學術成就、■(2)技術創新、■(3)經濟效益、■(4)社會影響、■(5)非研究類成就、■(6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，凡勾選(可複選)之項目請以文字方式分列說明。

預期成果	實際成果	差異分析
1.論文：6 篇。 2.研究團隊養成：2 項。 3.博碩士培育：5 人。 4.研究報告：5 篇。 5.辦理學術活動：1 場。 6.技術活動：1 場。	1.論文部分，今年度論文投稿/發表數量共計：16 篇。 已獲國際期刊接受 4 篇。 已發表於國際研討會 2 篇。 投稿國際期刊中 2 篇。 已刊登於國內期刊 3 篇。 已發表國內研討會 2 篇。 投稿國內期刊中 3 篇。 2.研究團隊養成：5 項。 3.博碩士培育：12 人。 4.研究報告：12 篇。 5.辦理學術活動：3 場。 6.技術活動：5 場 7.形成教材：1 份。 8.建置能源資訊平台：1 項。 9.決策依據：完成行政院交辦事項(關於台灣中長期能源規劃與簡析，共計 29 篇報告)，供行政院副院長辦公室做決策參考。	1.論文方面：本年度投稿期刊論文共計 12 篇，其中已發表及接受數為 6 篇（SCI/SSCI 2 篇、國內外期刊 4 篇）。 2.5 個研究團隊養成分別為：中華經濟研究院、台灣經濟研究院x2、中原大學及台灣大學研究團隊。 3.博碩士培育方面，已培育 12 人，分別為台灣大學、中央大學及中原大學之碩博士生。 4.研究報告共完成 10 篇。 5.分別於 7 月 26 日、10 月 14 日與 10 月 15 日主辦或共同主辦 3 場公開研討會。 6.辦理 TIMES 模型教育訓練課程及兩場國際研討會。 7.計畫主持人葛復光協助教育部能源國家型科技人才培育計畫，完成 K-12 能源科技教育種子教師培訓教材一份。 8.建置能源資訊平台，共蒐集 1300 篇國內外能源相關報告、重大新聞，與 88 篇核研所研究報告。10 月開始核研所試營運，12 月於核研所正式營運，明年對外開放。 9.102 年 3 月起行政院多次交辦有關能源規劃、技術成本及國外策略資訊蒐集研析等工作。

二、量化成果

量化績效指標表

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
(科技基礎研究) 學術成就 甲	1. 論文	國際研討會發表 2 篇論文。	(1) 參加「第三屆東亞環境與資源經濟學國際研討會」，瞭解到東亞各國與環境與資源經濟領域之最新研究，並透過發表『The Assessment of Emission Allocation on Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan.』論文，提升核能研究所於環境與資源經濟以及能源政策領域之國際知名度，並掌握國際間能源經濟議題之最新看法與對策，拓展與國際能源經濟學者專家之關係及國際合作。 (2) 參加「IAEE 於韓國主辦第 36 屆 IAEE World 國際能源研討會並發表『Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan』論文，與國外能源學者專家討論分享核研所近年來在能源經濟的研究成果，並藉以掌握相關能源議題之最新看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係。	(1) EAAERE 會議期間與多位學者進行交流，除了能多瞭解其他研究單位的研究方法與分析方向外，也藉此介紹台灣目前的能源使用概況。此外，與國內學者及大陸發改委能源研究所之研究人員交談時發現學者多次提到本所葛復光簡任副研究員及核研所近年來發表之研究成果，顯示近年來核研所在能源經濟領域耕耘已有收穫。 (2) 藉由參加 IAEE 研討會，瞭解各國先進在能源模型領域的研究方法並如何將其研究成果應用為政策依據與行動策略，由於與會者多為各國能源模型研究領域菁英，其中不乏各國政策幕僚機構或智庫。因此，此次參與研討會所獲良多。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
(科技基礎研究) 學術成就 甲	1. 論文	期刊論文投稿/ 發表: 5 篇論文。	(1) 論文題目: Evaluation of the environmental and operational efficiencies of Taiwan's thermal power plants by data envelopment analysis, (劉家豪, 已被 Aerosol and Air Quality Research, SCI 接受)。 (2) 論文題目: Renewable energy and renewable R&D in EU countries: A cointegration analysis, (卓金和, 刊登於 Asian Journal of Natural & Applied Sciences)。 (3) 論文題目: 「Feasibility and optimal production allocation of cellulosic ethanol from Taiwan's agricultural waste」論文, 已投稿期刊 Applied energy (SCI)。 (4) 論文題目: 「Policy target, feed-in tariff, and technological progress of PV in Taiwan」論文, 已投稿期刊 Energy policy (SSCI)。	(1) 本篇論文為過去研究之延續成果, 利用資料包絡分析法探討我國火力發電廠之操作效率與環境效率, 除沿用過去研究之投入產出變數外, 本研究加入 CO₂, SO_x 及 NO_x 三項非意欲產出變數, 使研究結果更貼近實際情形, 並以差額變數分析探討無效率電廠之改善方式。研究結果顯示, 我國現存火力電廠之整體效率及生產規模未達最適效率, 宜減少燃料消費量, 降低二氧化碳排放, 同時裝設污染防治設備以減低硫氧化物、氮氧化物之排放量。研究結果可提供相關單位進行火力電廠效率改善之具體參考。 (2) 本篇論文探討何種因子可以促進再生能源的發展。為了提升再生能源的發展, 再生能源的 R&D 扮演重要的角色, 因此本研究建議政府未來可持續進行再生能源的 R&D 投入刺激再生能源發展。 (3) 本篇論文探討我國生質酒精之產量潛力及可提供我國運輸部門的能源需求比例。透過相關模擬結果建議政策制定者透過補貼發展纖維酒精並代替國內 40% 的運輸能源需求。 (4) 本篇論文從技術經濟分析的角度, 建立台灣的太陽光電供給曲線, 並探討以下議題: (A) 台灣未來的太陽光電開發潛力, (B) 太陽光電發電成本具經濟性的條件為何, 及 (C) 現行太陽光電政策之適當性。並透過相關結果提出政策建議。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	2. 研究團隊養成	研究團隊養成：5 項。	(1) 本研究團隊透過「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」計畫，藉助台經院之資料庫專長，補強國內減碳政策及配套措施策略之參考資料。 (2) 本研究團隊與中原大學商學院應用經濟模型研究中心共同合作，形成跨領域研究團隊，並致力於建立專業之能源經濟模型，推展合作研究。 (3) 本研究團隊透過「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」與台經院研究團隊共同合作，並彙整各國產業發展歷程與經濟發展趨勢，以台灣產業經濟現況為基礎，探討我國主要產業技術能量與未來發展趨勢。 (4) 本計畫與台大政治系林子倫教授共同進行「電價政策制定評析」，並邀請專家學者共同討論此議題，此研究可供國家未來作為電價調漲政策與執行之參考依據。 (5) 本計畫與中華經濟研究院王京明教授團隊共同進行「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究。透過蒐集並分析國外電價制度案例，以瞭解國外電價制度內容，俾利於後續我國電價制度與設計之調整，及提供我國制定合理電價制度之參考。	(1)、(2)、(3) 本計畫與台灣經濟研究院之「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」、「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」及中原大學之「台灣發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」進行研究合作，而此 3 個研究計畫相關結果可作為研擬我國部門排放、低碳產業等策略之參考。 (4)、(5) 本計畫與中華經濟研究院之「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究及台灣大學「電價政策制定評析」進行研究合作，而此 2 個研究計畫對台灣與國際間的電價制定制度與民意趨勢進行深入了解及研究，有助於瞭解電價對社會與產業經濟之影響，並可作為研擬我國電價策略之依據。

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	3. 博碩士培育	培育 6 位博士生、6 位碩士生，共 12 位。	本計畫與中原大學商學院應用經濟模型研究中心、台灣經濟研究院、台灣大學政治系、中華經濟研究院等單位合作，參與相關計畫之博碩士生共 12 位。透過此類合作計畫可使這些參與研究之碩博士生除了資料蒐集工作外，也能建構研究能力。	培育 6 位博士生、6 位碩士生，共 12 位，涵蓋商學、政治等專業人力培育。
	4. 研究報告	完成研究報告：12 篇。	分項一：(7 篇) 具體效益： (1) 本分項 102 年度完成 7 篇研究報告，包含 MARKAL 模型電力、運輸、工業、住宅與服務業部門之能源消費校準、技術參數更新、能源服務需求更新，可實際反映國內能源系統的運作情形，有利於能源策略擬定的參考。歷史校準結果符合能源局公告之全國二氧化碳排放量，誤差 < 0.5%。 (2) 本分項完成『我國再生能源供需規劃與減碳策略評估』報告，並已投稿至「海峽兩岸能源合作論壇」(審查中)。該論文使用 MARKAL 模型探討電力供需規劃與減碳策略。研究結果建議若要達成減碳目標，應維持適度核能佔比、發展碳捕捉封存技術及用電負成長或實務調整減碳目標。 (3) 本分項使用 MARKAL 模型完成我國中長期電力供需趨勢及情境分析。在穩健減核政策下，若要滿足國家中長期減碳目標且不限未來用電成長，推動碳捕捉與封存(CCS)發電技術可有效減碳並降低限電壓力。研究發現近來國際上 CCS 的發展逐漸遇到瓶頸，主因為 CCS 會導致	分項一： (1) MARKAL 模型校準後，更新各部門能源消費量及二氧化碳排放量，符合政府公告數據，使未來能源技術組合分析更真實。 (2) 本分項首次利用 MARKAL 模型分析用電零成長下的發電成本與排碳量，探討不同電力供給組合的可行性與減碳效益。 (3) 因「燃燒後捕獲」較易導入現有發電廠且成本較低，若結合我國西岸高「鹽水層封存」潛力，可成為我國未來 CCS 發展策略。目前大型 CCS 廠投入營運數目仍呈現增長的趨勢。未來將有兩座應用於發電業的 CCS 將投入營運，有別於過去只用於工業。

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
			整體發電成本提高，增加投資的不確定性，因此，2012 年國際間規劃興建 75 座 CCS 廠，於 2013 年已減至 65 座。但相較於 2012 年，國際間增加 4 座大型 CCS 廠開始營運，2015 年前將另有 4 座廠投入營運，其中兩座應用於發電廠，有別於過去只用於工業部門。 (4) 在能源政策研究方面完成電價政策分析指引手冊、推動我國電業自由化建議報告(簡報版)各一份，可作為國內推動相關政策改革時的重要參考。 分項二：(5 篇) 具體效益： (1) 『我國 2020 年燃氣、燃煤與核能電廠之技術經濟評估』(作者：卓金和、陳中舜、葛復光)，報告編號為：INER-10018。 (2) 『我國服務業部門之能源使用效率評估-三階段資料包絡分析模型之應用』(作者：孫廷瑞、張四立、陳玉嬋)，報告編號為：INER-10024。 (3) 三篇能源經濟的應用(作者：卓金和、朱雲鵬、楊浩彥)，德國 LAMBERT Academic Publishing 出版商出版專書，報告編號：INER-10117。 (4) 產業關聯分析操作手冊(作者：葛復光、卓金和、柴蕙質、袁正達、孫廷瑞)。 (5) 我國發展太陽光電之經濟與環境效益(作者：孫廷瑞、葛復光)。	(4) 釐清我國現行電價制度與電力市場的主要爭議點、利害關係人立場，並完成相關政策推動時多面向的初步可行性評估。 分項二： (1) 根據『我國 2020 年燃氣、燃煤與核能電廠之技術經濟評估』研究報告發現我國近年在興建核電與燃煤電廠均遭遇極大困難，導致昂貴的燃氣複循環電廠(Natural gas combined cycle, NGCC)發電占比快速增加，已達 24.6%；本研究結果亦顯示在現有政策情境下，碳價由 2020 年每噸 30 美元上升至 2035 年每噸 45 美元，IGCC/CCS 的均化成本仍高於超超臨及氣化複循環發電技 IGCC，顯示目前 IGCC/CCS 不符合經濟可行，IGCC 或 USPC 透過購買碳權將優於直接加裝 CCS。雖然相對於 NGCC，CCS 在台灣較具競爭力，但短期間碳價與天然氣價格趨勢仍不易大幅改變；因此，2020 年代前興建預留加裝 CCS 空間之燃煤發電廠並購買碳權，未來則再視時機加裝 CCS 設備，應仍是穩健減核政策下最務實的作法。 (5) 此篇論文考量過去研究只探討發電端之成本，而忽略再生能源併入電力系統端所衍生之整合成本，係為國內首度從電力系統端之觀點，量化評估太陽光電間歇性供電特性所衍生之電網級系統成本(Grid-level system cost)，其中屋頂型為 1.038~1.483 元 /度，地面型為 0.961~1.376 元 /度。

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	5. 辦理學術活動	辦理學術活動：5 場。	(1) 本計畫於 3 月 1 日舉辦二場專家座談會-「MARKAL-ED 進口能源價格預測」及「亞洲 LNG 進口價格關係分析」。與談專家共四位-中油企研處經濟市場組林淑娟組長、中油天然氣事業部購運室陳玉山主任、台綜院李正明主任及台綜院黃宗煌副院長。當天委員熱烈分享相關實務經驗，李正明主任並提供天然氣相關資料及文稿。 (2) 「工業部門邁向低碳產業結構策略之研究」委託計畫與台經院共同在核研所舉辦期中、期末專家審查會議，出席專家學者計有經濟部工業局永發組陳良棟副組長/博士，財團法人中技社鄭清宗主任/博士，中鋼蕭輝煌工程師，世新大學財務金融學系郭迺鋒 副教授、國立台北大學自然資源與環境管理研究所張四立教授(書面審查)，工研院綠能所詹益亮副組長等，本研究結合溫室氣體減量成本模型(Mckinsey model)運算邏輯和所需變數，以其概念進一步探討未來先進綠色技術設備成本與產業關聯表連結的關聯性及重要性。 (3) 「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」委託計畫期中、期末專家審查會，邀請台北商業技術學院 楊浩彥教授、中原大學 林師模教授和文化大學 柏雲昌教授，召開兩場專家座談會，針對本研究所提出之能源稅減碳政策配套措施之可行性進行修正與建議，此外，對於一般均衡架構下的基準情境和模擬情境的設計、減碳政策可能造成之經濟衝擊、相關配套措施對我國經濟衝擊之減緩效果等政策模擬結果，提出專業的建議和修正的方向，透過專家審查達到意見交流及提升研究成果品質之目的。	(1) 由於我國 LNG 較缺乏公開的採購及價格預測資料，專家意見使 MED 模型之價格設定更符合專家對市場態勢，研究所得之策略建議更貼近實務所需。 (2) 確認模型運算邏輯所需變數，包括：先進設備減碳潛力(減碳量)、單位產量、總成本支出、營運成本、資本支出(設備成本)、能源成本、行政支出。相關變數值鍵入模型後，可求得使用 CCS 措施後，產業減碳量及減碳後的 CO₂ 排放量。 (3) 對於一般均衡架構下的基準情境和模擬情境的設計、減碳政策可能造成之經濟衝擊(包含減碳效益、對產業結構之影響、對總體經濟可能造成的負面效果、對社會福利的影響等)、相關配套措施對我國經濟衝擊之減緩效果等政策模擬結果，提出專業的建議和修正的方向，透過專家審查達到意見交流及提升研究成果品質之目的。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	5. 辦理學術活動	辦理學術活動：5場。	(4) 本計畫與台大政治系林子倫教授團隊共同進行電價政策制定評析，並於7月11日舉行兩場專家座談會及5次專家深入訪談，與會專家包括中技社鄒倫主任、企業永續發展協會黃正忠秘書長、中華經濟研究院王京明教授及淡江大學廖惠珠教授等人。主題聚焦於『電力市場自由化』與『施政缺乏長遠藍圖』方面。相關結論除可作為後續訂立電價時之重要參考外，亦有利於釐清不同產業對於能源需求彈性，並由產業發展的觀點提出對我國未來整體最適電源規劃與電力政策之建議。 (5) 本計畫與中原大學商學院共同合作執行風力發電與智慧電網技術經濟分析，舉行期中、期末專家審查會議，邀請中興大學應用經濟學系許志義教授、環興科技股份有限公司陳啟明經理、台北商業技術學院財金系楊浩彥教授及中原大學國貿系林師模及林晉勛教授等國內知名能源經濟、技術專家，針對風力發電與智慧電網之技術經濟分析模型參數進行全面性檢討，以利後續敏感度分析。	(4) 透過專家會議，有助於彙整各界對於電價調整的看法與建議，並可作為我國未來電力藍圖規畫之依據。 (5) 會中集結國內知名能源經濟、技術專家，針對風力發電與智慧電網之技術經濟分析模型參數進行全面性檢討，以利後續敏感度分析。此外，本計畫建立 GEMETT 政策評估模型，模型中將發電結構依負載特性區分為基載、中與尖載機組，有助於探討我國最適發電結構配比，並作為未來 3E 政策評估模型設計之基礎，並透過系列專家審查會議機制使本計畫建構之能源經濟模型能更趨於現實情況。
	6. 形成教材	編撰教育部大專人才培育計畫種子教師培訓進階教材 1 份(能源對經濟、社會與環境的影響)。	本計畫主持人葛復光簡任副研究員協助教育部能源國家型科技人才培育計畫，完成大專能源科技人才培育資源中心 K-12 能源科技教育種子教師培訓教材編寫工作，內容主要探討核能發電的角色與爭議，該內容將有助於傳播正確的能源資訊與促進各界意見的交流。透過教材，將能有助於推廣國內能源教育及知識提升。	透過教材的編專與推廣運用，實能有助於能源知識在基礎教育中扎根，形成一套有系統、面向廣的能源知識推廣脈絡，往後對於國內，政府與人民在能源相關議題的討論上，能有相當大的助益。

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	7. 其他	完成能源相關簡析：13 篇。	完成「我國 2020 年主要發電技術之均化成本估算」、「2012 年德國太陽光電發展現況」、「我國各項發電技術之容量因素與尖峰因子簡析」、「各國核能發電均化成本」、「台灣地區國內生產毛額變動研析」、「IEA 估算之 2010 年發電技術均化成本說明」、「照明技術經濟研析」、「核能發電 3Q：生命週期碳排放、外部成本與退役成本之概析」、「核電廠運轉情形對電價的影響分析」及「福島事件後德日兩國核能政策調整之電價與電力結構簡析」、IEA 「2013 再生能源中期市場報告」簡評、NEA 「核能與再生能源在低碳電力系統之影響」重點簡析、「從 Kaya 恆等式分析我國各項能源指標對 CO ₂ 排放的影響」等 13 篇能源相關簡析。	完成以上 13 篇能源相關簡析報告，本研究團隊將持續積極建立政策評估能力，以期政府制定政策時，能夠發揮平時研究成果供政府做為施政參考。
科技整合創新 技術創新 乙	9. 技術報告	分項一：完成技術報告 3 篇 分項二：完成技術報告 4 篇	分項一：(3 篇) 具體貢獻： 本分項利用 MARKAL-ED 模型加入新預估的新進口能源價格，比較在新舊兩種進口能源價格情境之下對能源服務需求、能源投入、二氧化碳排放量的影響。此報告有助於了解進口能源價格變動對 MARKAL 模型架構從最上游的能源進口到最終端能源服務需求之影響。另外，本次研究是以 MARKAL 彈性需求模型運算，有助於了解並彰顯 MARKAL 彈性需求模型的功用與用途。 分項二：(4 篇) 具體貢獻： 建置本土化 MARKAL-ED 模型住商、工業及運輸部門能源服務需求彈性，並已投稿至「第二屆能源經濟與能源法學術交流會」，已發表。	分項一： 本研究所採用的進口能源價格較舊有的預估值準確。主要原因大致有三點：(1) 2010 年之價格改採 IEA 出版的 WEO 報告中能源價格之長期預測值，其公信力高，易於比較。WEO 有針對日本的 LNG 進行預測，和我國 LNG 進口價較接近(2)納入迴歸係數調整 (3) ETP 2012 較 ETP 2010 預測值上修，2050 年本文採用 ETP 2012 6DS 情境中的進口價格假設值作為預測值較為準確。本分項研究發現能源局統計報告於焦炭的排放係數錯植，而後執行單位也採納本研究提出之建議，並於 102 年 7 月更正統計報告。 分項二： 本分項完成之報告為國內首次 MARKAL-ED 價格彈性數據本土化之推估，有助於 MARKAL 模型政策論述與規劃之合理性

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		分項二：完成國內研討會發表 4 篇	本計畫將於 102 年 11 月 11 ~15 日邀請 IEA/ETSAP TIMES 模型國外顧問 Maurizio Gargiulo 先生，於核研所進行教育訓練與技術支援。 此『TIMES 模型教育訓練』課程內容將可提升計畫成員對 TIMES 模型之熟悉度，加強模型建置、情境設計、結果解讀與策略分析能力。	透過本活動完成台灣 TIMES 電力模型建立，並加入負載曲線及 CCS retrofit 項目，以加強模型模擬能力。
	10. 技術活動	2. 發表論文於國際研討會：2 場；國內研討會：3 場。	(1) 計畫成員參加『第 3 屆東亞環境與資源經濟學國際研討會』並發表論文：『The Assessment of Emission Allocation on Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan.』 (2) 計畫成員參加『第 9 屆台日能源研究合作研討會』並發表論文：『Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan』 (3) 計畫成員參加『後福島之減碳與能源安全新思維研討會』並發表論文『後福島之核能政策與能源安全』 (4) 計畫成員參加『2013 兩岸產業低碳化之發展策略研討會』並發表論文『台灣經濟成長與碳排放之長期關係：產業部門別之研究』 (5) 計畫成員參加『第二屆能源經濟與能源法學術研討會』並發表論文五篇。	
(產業經濟發展) 經濟效益 丙	18. 促成與學界或產業團體合作研究	本研究團隊派員於 5 月 14 日前往中鋼公司訪談蕭輝煌與歐正章二位工程師。	與中鋼公司建立合作研究，討論「低碳重點行動方案」，並取得 MARKAL 模型鋼鐵業參數資料及業界建議，有助於提升模型建置之合理性及中鋼公司未來減排之具體規劃，亦為我國鋼鐵產業未來發展參考。	經由本次訪談取得煉焦工場成本以及使用年限資料。中鋼表示未來樂意進行 MARKAL 模型鋼鐵業技術的意見交流，有助於增加本研究對鋼鐵業認知及取得相關資料。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	20. 其他	完成研究報告 5 篇	(1) 本計畫評估不同地區風場設置之先後順序，並蒐集成本資料量化評估離岸、陸域大型與中小型風力發電之單位發電成本，評估結果顯示發展離岸風力累積至 2040 年，可帶動相關產業發展，增加 2 兆 2,874 億元之 GDP。 (2) 本計畫考量參數之不確定性，設計三種不同情境，評估我國屋頂行太陽光電均化成本約在 6.477~8.824 元/度間，相較地面型的 4.789~6.5242 元/度高出許多。若考量系統成本，則屋頂型約在 7.515~10.307 元/度間，而地面型則介於 5.750~7.900 元/度間。	(1) 由中原大學應用經濟模型研究中心及核研所合著之「台灣風力發電之成本效益評估」專書已於 102 年 12 月完成，ISBN：978-986-5796-15-0。可提供國內相關單位風力發電成本及效益評估之重要資訊及研究成果。 (2) 此篇研究為國內首度從電力系統端之觀點，量化評估太陽光電間歇性供電特性所衍生之電網級系統成本(Grid-level system cost)，其中屋頂型為 1.038~1.483 元 /度，地面型為 0.961~1.376 元 /度。
(民生社會影響、環境安全永續) 社會影響 丁	26. 其他 (民生社會影響)	完成報告 2 篇	(1) 以技術經濟分析方法推估 2020 年超臨界燃煤發電技術、天然氣複循環發電技術、IGCC 搭配碳捕捉與封存技術、核能、太陽光電、陸域風力發電與離岸風力發電均化成本。 (2) 以台電日小時負載資料估算 PV 發電時段。結果顯示夏月替代效益約在 6.507~6.764 元/度間，而非夏月之替代效益則在 6.494~7.382 元/度間，結果隱含部分中大型規模之太陽光電已具有經濟效益。	(1) 此篇報告為國內首次完整公開的 2020 年我國各類電力均化成本，並針對 2020 年我國基載電力、太陽光電與風力發電之技術經濟評估與提出建議。 (2) 為此篇報告為國內首次推估太陽光電各發電時段之替代效益，評估結果可讓社會大眾具體了解太陽光電在不同發電時段之具體經濟效益。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	30. 其他 (環境安全永續)	分項一： 完成報告 2 份 分項二： 完成報告 2 份	分項一： 本計畫透過指數因素分解，研究各個關鍵的能源指標對於我國 CO ₂ 排放的影響程度，同時也作日、德、韓、丹麥等國之跨國性比較，提供較為適合我國減少二氧化碳排放的思考方向。此外，本計畫藉由計算 CO ₂ 排放的分析研究，先釐清與官方公佈數據彼此間的差異，而後提出建議，促成公佈數據更正，以建置正確之環境安全永續統計。 分項二： 針對日本、美國、英國與我國(本計畫自行估算)核能發電均化成本的參數及結果比較分析，以提供合理之核電均化成本。	分項一： 藉由計算 CO ₂ 排放的分析研究，建議能源局修正錯誤之處，確保官方公布環境安全永續統計的正確性與一致性。 分項二： 參考日本核電相關費用與成本的提列與估算，如政策與事故費用，將外部成本內化，較易進行政策評估與溝通。
(法規制度、國際合作方面) 非研究類成就 戊	35. 證照及競賽獲獎	獲得 5 張『產業分析師』證照	卓金和、劉家豪、袁正達、葛復光、鄧馨瀚於 102 年 9 月 30 日通過『台灣亞太產業分析專業協進會』審查，獲得 5 張『產業分析師』證照。	

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
(法規制度、國際合作方面) 非研究類成就 戊	37. 先進國家制度蒐集及研析	(1)彙整國際主要國家及我國現有和規畫中的減碳市場機制政策。 (2)彙整國外先進國家電力市場現況及電價制定政策。	(1) 法規制度方面，「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」計畫已完成期中報告一份，其中彙整了國際主要國家及我國現有和規畫中的減碳市場機制政策。針對市場機制減碳政策與其配套措施評估方法進行文獻探討。 (2) 法規制度方面，委託中華經濟研究院執行「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究。透過蒐集、分析國外電價制度案例，瞭解國外電價制度的內容。將有利於後續我國電價制度與設計之調整，及提供我國制定合理電價制度之參考。	(1)國外相關制度完整的彙集資料，可作為我國研究模擬及政策制定之參考依據。 (2)國外電價制度完整的彙集資料，可作為我國電價政策制定之參考依據
	44. 學術活動互動	(1) 計畫成員參加『第3屆東亞環境與資源經濟學國際研討會』。 (2) 計畫成員參加『第9屆台日能源研究合作研討會』。 (3) 計畫成員參加大陸『海峽兩岸能源合作方案及其機制設計』座談會。	(1) 計畫成員曾盟峯赴大陸參加『第3屆東亞環境與資源經濟學國際研討會』，並透過與國外及大陸學者專家的討論，除展現核能研究所近年來在能源、環境與資源經濟的研究成果外，亦藉以掌握相關能源議題之看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係。 (2) 計畫成員葛復光赴日參加『第9屆台日能源研究合作研討會』，會後並轉往韓國拜訪韓國能源研究所與參訪韓國能源管理公司。有助於促進未來合作。 (3) 計畫成員葛復光獲邀參加大陸『海峽兩岸能源合作方案及其機制設計』座談會及參訪，並擔任『兩岸能源討論及議題建議』演講者。	(1) 於會議期間與多位學者進行交流，除了能多瞭解其他研究單位的研究方法與分析方向外，也藉此介紹台灣目前的能源使用概況。此外，與國內學者及大陸發改委能源研究所之研究人員交談時發現學者多次提到本所葛復光簡任副研究員及核研所近年來發表之研究成果，顯示近年來核研所在能源經濟領域耕耘已有收穫。 (2) 此次行程有助於加強台日韓三國能源領域專家的聯繫與對相關議題的看法交流。 (3) 此次座談會匯集海峽兩岸能源領域諸多專家討論有關未來合作與規劃加強兩岸交流事宜。
	46. 簽訂協議	簽訂國際合作協議。	國際合作方面，與大陸廈門大學能源研究中心林伯強主任洽談雙方合作事宜，並完成邀請上海復旦大學能源經濟專家張中祥教授於7月來所進行短期講座，以針對能源經濟等議題探討與交流。	林伯強教授與張中祥教授皆有多年在世界知名能源機構任職之經驗，且是大陸最優之能源經濟方面的專家，相信透過交流能大大促進彼此的研究能量與視野。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
(科技政策管理及其它) 其他效益 己	54. 資料庫	建置能源資訊平台。	資訊平台建置目前蒐集部分完成 GRB、IEK、台經院資料蒐集，共蒐集約 1300 篇能源政策、各項再生能源、氣候變遷等相關報告；蒐集國外 IEA、EIA、IPCC 等相關重要報告；) 蒐集所內各技術團隊提供能源趨勢季報約 88 篇。並提供快速搜尋、資料轉寫、檔案下載、網站連結等便利服務。	相較於國內各大能源相關資料庫，本次資料庫建置除蒐集許多國內相關報告，並加強蒐集國際具公信力之重要報告，且對重要報告進行簡析，方便讀者快速了解。

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	56. 決策依據	提供中長期能源規劃與簡析，供行政院副院長辦公室做為政策依據，並分別完成多項行政院交辦事項。	(1)針對我國中長期電能最適規劃議題，完成「我國中長期電力供需趨勢及情境分析」、「替代能源情境組合分析」、「核四商轉之供給評估分析」及「能源政策及核能安全相關論述背景資料彙整」。 (2)完成「IEA 估算之 2010 年發電技術均化成本說明」一文，相關結果(德國、美國、日本三國各項發電技術之均化成本推估方法、假設、參數設定)。 (3)完成行政院文宣品內容-RETSscreen 模型估算「CCS 可能會導致電力價格提高 80%~100%以及 CCS 會耗用 30%之能源」，結果顯示設置 CCS 機具的確會造成電力價格大幅上升及增加耗能，可提供我國做為制定減碳技術的參考。 (4)完成 TVBS「核四行不行」相關問題回覆，包括德國電價上漲原因(是否因為投入再生能源發展而造成)、太陽光電可代替核能等(裝置容量與發電量差異)。 (5)完成日本液態天然氣與電價影響分析、再生能源政策發展現況、趨勢與瓶頸、我國發展風力發電之問題及核四真實成本與能源方案報告等。	(1)~(5)藉由綜合技術與情報分析，對於我國未來能源組合的多元化與長遠規劃有明顯助益。另透過此次交辦事項，也突顯了模型分析，於未來能源規劃決策上，實有其必要性。並將上述相關研究成果與建議彙整分析後，轉呈行政院副院長辦公室參考使用，並實際作為核四相關政策論述之參考。

計畫績效評估

第二部分

績效屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	57. 其他	參與公開能源相關會議，深入了解各方對能源相關議題想法，並共同討論，故本研究團隊為多參與公民討論，團隊成員分別參與以下3場公開能源相關會議。	(1)計畫成員葛復光以桌長，孫廷瑞、陳中舜以桌員身份參與環保署主辦「臺灣2050年零碳及再生能源百分百之可行性及必要性」公民咖啡館。觀察學習相關公民會議制度的舉辦方式。並於會議中提出能源議題見解供與會人員討論。 (2)立法院『低碳家園與非核家園雙贏策略』公聽會。提供相關政策論述與量化數據供副所長參考使用，並收集各界不同之意見，作為模型情境設計上之參考。 (3)『政策導向計畫:一般民眾與關鍵群體之低碳能源（含核能安全）科技素養研究與推廣計畫』於政治大學舉辦之能源科技政策會議。會中與綠盟環保人士、台電人員進行面對面的溝通，以比較與驗證彼此數據、觀點之差異，尋求化異求同理性對話的可能。	(1)~(3)經由參與以上相關會議，深入了解各方對能源相關議題想法，並進行共同討論交流。本研究團隊將多利用公開場合與各界分享計畫研究成果並提出政策論述主張，亦透過機會研習公民溝通機制設計。

依上述選定績效指標作如下之敘述：

項目	年度目標	年度衡量指標	實際達成度
總計畫	(1) 基載電力減碳成本效益評估與價格衝擊 (2) 低碳電力技術減碳潛力與成本評估 (3) 能源資訊中心網路平台之架構規劃與初步建置 (4) 針對再生能源發展的進程，運用技術經濟分析評估國內引進各種低碳技術之成本效益，在102年以風力發電與太陽光電分析為主	(1)辦理業務講習會、教育訓練數(教育宣導、研習觀摩) 1場 (2)辦理業務研討會、座談會 2場 (3)建置業務資訊系統 2案 (4)辦理業務研究計畫 4案	(1)100% (2)100% (3)100% (4)100%

分項一	能源技術系統分析： (1)發展 MARKAL /TIMES 模型 (2)能源供需規劃與減量策略評估 (3)建置所內能源資訊平台	(1)發表國際/國內期刊與國際研討會論文：5 篇 (2)研究團隊養成：1 項 (3)博碩士培育：6 人 (4)研究報告：7 篇 (5)技術報告：2 篇 (6)技術活動：5 場 (7)完成資訊平台參考與使用手冊 1 份 (8)開放國內政策資訊文件查詢與完成已公開之台灣能源相關數據庫建置 (9)建立所內技術團隊共同數據庫與文件庫	(1) 100% (2) 100% (3) 100% (4) 100% (5) 100% (6) 100% (7)完成資訊平台操作手冊 1 份，已於 10 月底開始進行核研所內部試營運。 (8)蒐集國內政策資訊與評析報告約 70 篇。 (9)目前資料蒐集部分完成 GRB、IEK、台經院資料蒐集，共蒐集約 1300 多篇能源政策、各項再生能源、氣候變遷相關報告；蒐集國外 IEA、EIA、IPCC 等相關重要報告；蒐集所內各技術團隊提供能源趨勢季報約 46 篇。
分項二	技術經濟及產業評估： (1)完成風力發電、太陽光電之技術經濟評估，研析再生能源推廣政策規劃及影響。 (2)完成風力發電之產業評估，釐清我國發展離岸、中小型風機之產業效益。	(1)投稿國際/國內期刊論文：8 篇 (2)發表國際/國內研討會論文：3 篇 (3)博碩士培育：6 人 (4)研究報告：5 篇 (5)技術報告：4 篇 (6)舉辦 2 場研討會 (7)提出政策建議	(1) 100% (2) 100% (3) 100% (4) 100% (5) 100% (6) 100% (7)完成能源稅配套措施、工業部門減碳、核四電價的衝擊、再生能源推廣以及太陽光電的政策建議。

肆、主要成就與成果所產生之價值與影響 (outcomes)

重要成就與重大突破項目	權重(%)
	原計畫設定
一、學術成就(科技基礎研究)	35
二、技術創新(科技整合創新)	10
三、經濟效益(產業經濟發展)	20
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)	15
五、其它效益(科技政策管理及其它)	20
總計	100%

上述擇定之重要成果及重大突破內容說明其價值與貢獻度，詳細說明如下所示：

一、學術成就(科技基礎研究)(權重 35%)

(一)論文方面，完成以下六篇國外期刊及國際研討會論文發表

1. 發表 SCI 期刊論文：論文題目：『Evaluation of NO_x, SO_x and CO₂ Emissions of Taiwan's Thermal Power Plants by Data Envelopment Analysis』論文，作者：劉家豪，刊登於 Aerosol and Air Quality Research, Volume 13, No. 6, 2013, Pages 1815-1823 (SCI)。摘要：An integrated environmental and operational evaluation model is constructed by data envelopment analysis (DEA) to examine seven thermal power plants operating in Taiwan during 2001- 2008. Inputs and desirable outputs along with undesirable outputs, including CO₂, SO_x, and NO_x emissions, were simulated. A slack variable analysis was conducted to identify possible ways to improve inefficient power plants. In addition, three models are compared to identify the actual magnitude of inefficiency. Results indicate that the integrated efficiency and the production scale of some plants were inefficient during 2001- 2008. Reductions in fuel consumption and CO₂ emission are identified to be the major strategies for efficiency improvement. Other options include modifying pre-existing management measures, installing pollution prevention controls and resizing power plant scale. Findings from this study will benefit policy makers to achieve better environmental and operational performance of existing thermal power plants.
價值與貢獻度：此論文為過去研究之延續成果，本篇論文利用資料包絡分析法探討我國火力發電廠之操作效率與環境效率，除了沿用過去研究之投入產出變數外，本研究加入 CO₂, SO_x 及 NO_x 三項非意欲產出變數，使研究結果更貼近實際情形，並以差額變數分析探討無效率電廠之改善方式。研究結果顯示，我國現存火力電廠之整體效率及生產規模未達最適效率，宜減少燃料消費量，降低二氧化碳排放，同時裝設污染防治設備以減低硫氧化物、氮氧化物之排放量。研究結果可提供相關單位進行火力電廠效率改善之具體參考。
2. 論文題目：Renewable energy and renewable R&D in EU countries: A cointegration analysis, (卓金和，刊登於 Asian Journal of Natural & Applied Sciences)。摘要：This paper investigates the relationships among the share of renewable electricity in gross electricity consumption, GDP, the oil price as well as the R&D of renewable energy for EU countries, using a newly-developed panel unit root and cointegration framework. We find that higher income and oil prices in the future will help EU countries to boost the share of renewable electricity in gross electricity consumption. Moreover, governments in EU countries could use the so-called technology-push climate policy to persistently stimulate the share of renewable electricity in gross electricity consumption and meet the targets laid down by the EU commission.

價值與貢獻度：本篇論文探討哪一些因子可以促進再生能源的發展，其中近年經濟不景氣造成 GDP 下降使再生能源的發展受到限制。因此為了提升再生能源的發展，再生能源的 R&D 扮演重要的腳色，因此本研究建議政府未來可持續進行再生能源的 R&D 投入刺激再生能源發展。

3. 論文題目：「Feasibility and optimal production allocation of cellulosic ethanol from Taiwan's agricultural waste」論文(葛復光等人，已投稿期刊 Applied energy,SCI)。摘要：A bioethanol production optimization model is developed and implemented to assess the feasibility of producing Taiwan's target volume of cellulosic ethanol. The most strategic placement of biorefineries based on feedstock supply is also explored to optimize the allocation of agricultural wastes. In order to simulate the different supply targets and the varying maximum biorefinery capacities, the nonlinear planning model utilizes the following information: ethanol yield, quantities of feedstock materials, potential refinery locations, and transportation networks. This simulation is undertaken to satisfy a minimum cost objective function and find out the most cost-effective factors of production. Sensitivity analysis explores the possible effects of technological advancements in cellulose conversion. This study estimates that a usage rate of 90% on two million metric tons of agricultural waste would produce 410 million liters of bioethanol, enough to meet 40% of Taiwan's transportation fuel demand.

價值與貢獻度：本篇論文探討我國生質酒精的產量潛力以及可提供我國運輸部門的能源需求比例。由於近年再生能源的發展一直受到國人的注意，相對於太陽光電與風力發電，生質酒精也是我國發展的再生能源候選選項之一，透過本研究發現我國酒精生產成本介於每公升 35-38 元間；與進口酒精成本或汽油售價相比，仍缺乏價格競爭性。另外，以農業廢棄物 90% 利用率估算，得知國內可利用其生產 41 萬公秉纖維酒精，足以提供台灣 40% 的運輸需求，透過上述的模擬結果建議政策制定者可透過補貼發展纖維酒精並代替國內 40% 的運輸能源需求。

4. 論文題目：「Policy target, feed-in tariff, and technological progress of PV in Taiwan」論文，(葛復光等人，已投稿期刊 Energy policy,SSCI)。摘要：It is widely recognized that solar energy, a major renewable energy source, can strengthen a country's energy security and reduce CO₂ emissions. For this reason, Taiwan aims to develop its solar power by promoting photovoltaic (PV) applications. In order to meet its PV installation targets, the government considers adopting Feed-in Tariffs (FITs), offering subsidies on capital, and funding research and development. At present, there is a wide gap between the country's installed capacity and the long-term government targets. Therefore, this study uses a PV supply curve to demonstrate the potential contribution of PV power to Taiwan's electricity requirements. Based on this curve, an assessment tool is developed to show the relationship between PV installed capacity and cost reduction under an FIT scheme. Using this assessment model, policymakers can simulate the adoption of PV projects at county level and anticipate possible challenges to the project. Furthermore, it is also developed to measure the required cost reduction for PV technology in order to reach specific targets under the FIT scheme.

價值與貢獻度：本研究從技術經濟分析的角度，建立台灣的太陽光電供給曲線，並探討以下議題：(1)台灣未來的太陽光電開發潛力(2)太陽光電發電成本具經濟性的條件為何以及(3)現行太陽光電政策之適當性。並透過相關結果提出政策建議。

5. 論文題目：Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan，(葛復光等人，發表於 IAEE 2013 Conference)。摘要：The analysis result of the study shows that because natural gas import prices into Taiwan are much higher than into the United States and European Union, IGCC/CCS is more competitive than NGCC in Taiwan. For the sensitivity study, the high uncertainty of fuel cost projection makes it critical for LCOE. Therefore, in performing the comparison of the economics of different technologies, it should pay attention to the impact

of the uncertainty of fuel costs particularly. When compared to the economic feasibility of IGCC/CCS, the carbon price also significantly affect the feasible timing for IGCC/CCS. With high constrains and 3% discount rate, carbon price higher than 95 \$ / t- CO₂, IGCC/CCS is competitive than IGCC. In comparison with NGCC, IGCC/CCS basically is superior in Taiwan, but NGCC will be more economical with 10% discount rate in 2020-2025.

價值與貢獻度：本研究利用技術經濟分析探討 2020-2035 年發電技術均化成本。結果顯示由於近年台灣競爭力不若過去且不支持核電，隨著核能發電的佔比逐漸減少及燃煤電廠興建困難，基載電力比例不足將日趨嚴重，建議 2020 年代前興建預留加裝 CCS 空間之燃煤發電廠並視需要購買碳權，未來再視時機加裝 CCS 設備，應是穩健減核政策下最務實的做法。

6. 論文題目：The Assessment of Emission Allocation on Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan.(曾盟峰，已發表於 East Asian Association of Environmental and Resource Economics 國際研討會,EAAERE,2013), 摘要：(1) In Taiwan, most energy intensive industries prefer one-stage allocate(only by Environmental Protection Agency) than two-stage allocate(by Environmental Protection Agency and Industrial Development Bureau);most energy intensive industries prefer to separate by direct and indirect allocation than only direct allocation; most energy intensive industries prefer to adopt benchmark rule than grandfathering rule. (2) According to the simple calculation formula of carbon risk, we assume that if carbon price is €30/ton, then in Taiwan, the carbon risk of steel industry will be 14.67%; Petrochemistry industry will be 13.74%;Paper industry will be 11.35%.If carbon price is €20/ton, then carbon risk of steel industry will be 9.78%; Petrochemistry industry will be 9.16%;Paper industry will be 7.56%. If carbon price is €10/ton, then carbon risk of steel industry will be 4.89%; Petrochemistry industry will be 4.58%;Paper industry will be 3.78%. Moreover, in Taiwan, carbon leakage-sensitive exports to the EU which the exports of all sensitive products to the EU as 9.63% of total exports to the EU in 2010, in 2011 is 8.14%. And particularly high values of the following sensitive products to the EU: iron and steel (3.26%); Petrochemistry oils and oils from bituminous minerals (2.59%);organic chemicals (1.25%) the average of 2010 and 2011.

價值與貢獻度：本篇論文旨在探討未來課徵邊境碳調整措施或是開始實施更嚴格之碳排放管制政策，我國產業競爭力勢必受到影響，並可能隨著碳成本提高，而間接造成碳洩漏問題。因此為減緩產業衝擊，本研究有以下幾點建議：(1)密切掌握邊境碳調整的後續政策。(2)針對我國碳洩漏敏感產品之進出口問題做深入調查，特別是鋼鐵、石油及提煉自瀝青礦物之油類（原油除外）及有機化學產品，也應該針對進口至台灣之高碳產品。(3)建議政府或主管機關應主動輔導高碳風險之能源密集產業做低碳化經濟轉型策略，並研擬出相關獎勵政策。(4)制定碳風險級距與標準，並減輕其面臨碳洩漏與被課徵邊境碳調整等問題，從而提高我國產業競爭力。此外，與研討會發表論文之過程中，助理研發師曾盟峯也與國外學者專家討論台灣近年來在能源、環境與資源經濟的研究成果，並藉以掌握相關能源議題之最新看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係，提升核能研究所於環境與資源經濟以及能源政策領域之國際知名度。

7. 論文題目：『從核四問題看我國電力市場自由化之必要性』（作者：陳中舜、曾盟峰、張志瑋）已刊登於 102 年 9 月號碳經濟季刊。簡要：因台灣電力市場目前仍由一國營企業所寡佔，故必須透過代理人制度的方式進行經營與管制，卻也衍生出諸多『尋租』的行為與衝突，其中核四議題即為一個明顯的案例。為了解決目前的困境，台灣電業自由化已是必然要進行的改革，有關我國能源價格與能源市場演變歷程與結果如圖 4 所示。
貢獻度與價值：本文採用了新制度經濟學（New Institutional Economics）的觀點，探討我國核能重大爭議與電力市場開放間的關係，並針對此議題彙整了國外經驗並比較後，提出具體的建議與進程規劃以供參考。



圖 4：我國能源價格與能源市場演變歷程與結果

8. 論文題目：『二氧化碳捕獲與封存技術經濟評估』（葛復光、卓金和，發表於武漢學報工學版）簡要：相對於美國與歐洲，台灣天然氣價格相對昂貴許多；因此使用燃煤 IGCC+CCS 在台灣將更具優勢。本研究採用 IEA 參數設定與美國、歐洲及台灣燃料價格，以 RETScreen 進行技術經濟分析，計算 2020 年 IGCC、IGCC+CC(S)與 NGCC 電廠之上網電價、最適碳價及經濟可行的時間。

價值與貢獻度：評估結果顯示 2020 年 NGCC 上網電價(146.70 美元/MWh)高於 IGCC+CC 電價(111.60 美元/MWh)與考慮碳運輸與儲存成本的 IGCC+CCS(127 美元/MWh)，其代表意含為儘管在沒有碳稅的前提下，IGCC+CCS 在台灣仍較具優勢。相較之下，美國因為天然氣價格便宜，其 IGCC+CCS 在 2030-2035 年才有機會代替 NGCC。台灣實證也顯示當 CO₂ 價格在 2020 年為 60-70 USD/t-CO₂，IGCC+CC 較 IGCC 加上碳交易划算；當考慮碳運輸與儲存成本後，CO₂ 價格必須高達 90-100 USD/t-CO₂，IGCC+CCS 才划算。價值與貢獻度：根據本篇文章的結果我們提出以下建議：(1)將 CCS 技術納入台灣能源政策之低碳能源選項。(2)及早興建 CCS 示範電廠 (3)發展 IGCC+CCS 取代 NGCC (相關結果請參考圖 5)。

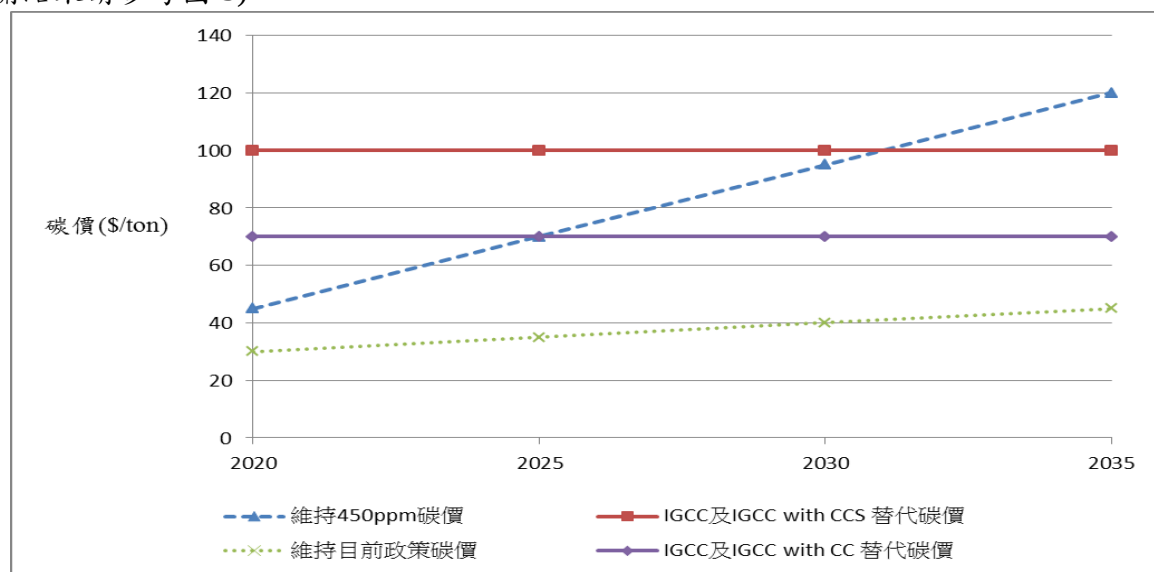


圖 5：IGCC/CCS 及 IGCC/CCS 經濟可行年份

9. 論文題目：『The relationship between CO2 emissions and financial development: Evidence from OECD countries』（李喬明、卓金和，投稿於 Singapore economic review (SSCI)，目前已完成二審回覆）簡要：本研究利用單根共整合以及充份修正最小平方法進行 1971-2007 年 25 個 OECD 國家二氧化碳排放、能源使用、經濟成長以及金融發展之間的關係，結果顯示在歐洲的國家金融發展越健全將有助於其二氧化碳排放的減少。
價值與貢獻度：此研究成果可做為我國相關決策者在制定二氧化碳減量下的參考基礎（請參考表 1 共整合分析，二氧化碳排放與金融發展呈現長期均衡關係）。

表 1：追蹤資料共整合檢定

Test Statistic	Model 1		Model 2	
	Coefficient	P value	Coefficient	P value
Panel v	0.213	0.416	2.140	0.016
Panel rho	-0.273	0.392	-1.738	0.041
Panel PP	-2.585	0.005	-3.969	0.000
Panel ADF	-2.868	0.002	-3.623	0.000
Group rho	1.079	0.860	-0.318	0.375
Group PP	-3.489	0.000	-4.068	0.000
Group ADF	-4.230	0.000	-5.033	0.000
Kao test	-3.713	0.000	-3.703	0.000

10. 論文題目：『國際主要國家之市場機制減碳政策實施成效』（左峻德、葛復光、柴蕙質，發表於 2013 年 12 月號之台經月刊）。簡要：藉由研析國際間主要國家之市場機制減碳政策與配套措施的設計方式與實施成效，發現各國社經條件不同，實施能源稅的效果和推動過程所遇到的困難也不盡相同，故建議我國提出能源稅政策與配套措施時，預考量我國經濟與社會特性。
價值與貢獻度：各國遇到的困難及因應方式可作為政府實施市場機制減碳政策與設計配套措施之借鏡。
11. 論文題目：『工業部門低碳化趨勢分析』（作者：許中駿、葛復光），台經月刊，第 36 卷第 9 期，p.46-55，2013。工業部門之排放減量潛力受能源結構及電力排放係數影響甚鉅，如何透過法規、領域投資、產業扶植，促使建立低耗能、高值化的產業結構，將是我國工業部門落實節能減碳的關鍵課題。本文將探討各國工業部門低碳趨勢發展現況，並加以評析我國工業部門的低碳化契機與障礙，提出具體觀點，以作為我國工業部門邁向低碳化的建議。
價值與貢獻度：我國工業部門若要推動未來先進綠色技術，例如：CCS、生質燃料技術等，必須兼顧技術、經濟、社會、安全、環境及適法性等層面，並提出(1)法規推動結合生命週期。(2)能源稅及產業融資進行技術投資。(3)發展本土化減量方法。(4)評估行業別減量潛力空間。(5)克服未來先進綠色技術推動瓶頸等具體政策建議。
12. 論文題目：『台灣進口部門 Armington 彈性之估計與分析』（作者：林師模、盧樂人、林晉勗、葛復光，已於 2013 年 8 月 30 日投稿至「台灣經濟論衡」）。本文所估計的彈性值亦是 CGE 模型與引力模型等模型在設定及處理跨國貿易函數時的必要參數，然而卻顯少文獻估計相關參數，因此本文嘗試自行估計該參數。
價值與貢獻度：本文所估計的彈性值是 CGE 模型與引力模型等模型在設定及處理跨國貿易函數時的必要參數，但國內已近 20 年未有任何文獻估計此參數，因此本研究必為近年國內相關經濟模型引用之重要參考文獻。

13. 論文題目：『德國當前電力結構轉變與對我國非核家園之啟示』（作者：葛復光、陳中舜、張志瑋）已刊登於 102 年 9 月號經濟前瞻雙月刊。簡要：針對德國 2011 年 7 月宣布能源轉型計畫後之電力結構轉變對於(1)電力供需、(2)電網穩定與(3)電價上漲的影響進行概述說明，有關德國再生能源附加費（EEG）價格與歷年收入如圖 6 所示。貢獻度與價值：釐清國內部分人士對於德國推動再生能源的過高期待，並指出我國應該要走穩健可行的多元能源規劃。

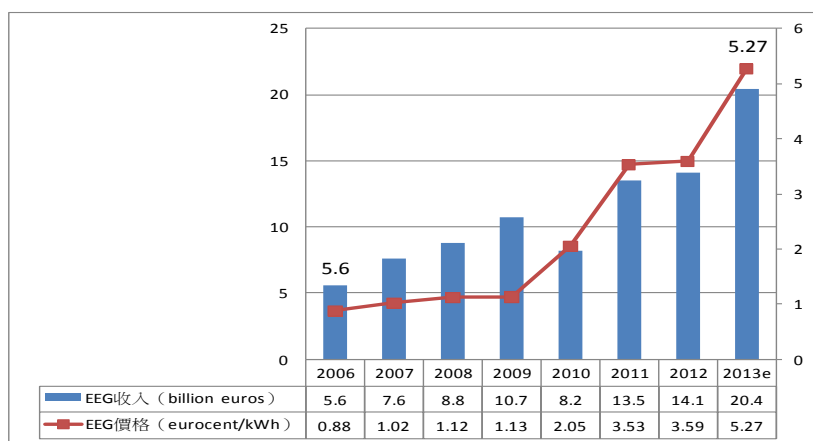


圖 6：德國再生能源附加費（EEG）價格與歷年收入

(二)研究團隊養成

1. 考量國內許多減碳政策缺乏完善的配套措施，勢必對未來減碳政策的落實形成阻礙，本計畫與台灣經濟研究院左峻德所長研究團隊合作，透過「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」計畫，藉助台經院之資料庫專長，補強國內減碳政策及配套措施策略之參考資料。此計畫研究廣泛且有系統的蒐集整理各國的能源稅政策及配套措施相關經驗及成效，可作為研擬適合我國能源稅政策與配套措施設計情境之依據，未來並藉由 CGE 模型模擬該政策對經濟的衝擊及配套措施的補償效果，以作為未來減碳政策配套措施之參考。
2. 本計畫與中原大學商學院應用經濟模型研究中心共同合作，形成跨領域研究團隊，並致力於建立專業之能源經濟模型，推展合作研究。其中本年度計畫進行「台灣發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」針對我國風力發電(區分為大型風力機、中小型風力機及離岸風力發電)進行技術經濟之成本效益評估，另外鑒於目前我國智慧電網技術仍屬技術發展階段，對於其是否具經濟價值仍是各方討論的焦點，因此將針對智慧電網進行初步成本效益分析。
3. 「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」透過與台經院研究團隊共同合作，將彙整各國產業發展歷程與經濟發展趨勢、並以台灣產業經濟現況為基礎，探討我國主要產業技術能量與未來發展趨勢。另外，研究團隊透過實際訪談能源工程公司，協助提供以醇胺為吸收劑的製程主設備清單、鋼鐵廠 CO₂ 捕捉系統總體固定投資等費用，以編製先進綠色技術或設備的投入產出結構，並具體量化評估產業結構調整前、後，對國內各產業產值、能源需求及溫室氣體排放的變化，與對國內 GDP 及就業人口等經濟活動的影響。
4. 本計畫與台灣大學政治系林子倫教授團隊合作，共同進行「電價政策制定評析」研究。本計畫以電價調漲政策作為主要研究議題，透過文獻分析、座談會以及深度訪談，分析

2012 年電價調漲政策之制定過程，探討不同社群對於電價調漲議題的認知與論述的歧異點，反思電價調漲議題在政策制定過程面臨的問題與挑戰，期能有助於未來能源政策制定的社會溝通與協商機制。

5. 本計畫與中華經濟研究院王京明研究員團隊合作，共同進行「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究。本研究透過蒐集、分析國外電價制度案例，瞭解國外電價制度的內容，俾利於後續我國電價制度與設計之調整，及提供我國制定合理電價制度之參考。而合理電價之評估，除應從電力公司的經營的觀點考慮其與電價相關之成本外，尚須從政治、經濟、產業、市場、技術、社會等諸多其他面向，探討影響電價之各種內外部因素。預期本研究成果可作為研擬我國電價制度設計之參考，以及作為分析各國電價制度、社經環境之依據，並有助於了解電價對產業發展與經濟成長之影響。

(三) 碩博士培育

本計畫與中原大學商學院應用經濟模型研究中心共同合作之「台灣發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」計畫、台灣經濟研究院「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」計畫、台灣大學政治學研究所林子倫教授研究團隊「電價調漲政策評析」研究及中華經濟研究院「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」研究，目前參與此計畫之博士生 6 位、碩士生 6 位，共 12 位博碩士生(如表 2 所示)。

表 2：碩博士培育一覽表

姓名	機構名稱	學歷	指導教授	連絡電話	電子郵箱
許○駿	-	a	-	-	-
馮○強	-	a	-	-	-
溫○伶	-	a	-	-	-
陳○慧	-	a	-	-	-
阮○鐘	-	a	-	-	-
丁○凌	-	a	-	-	-
張○棠	-	b	-	-	-
詹○婷	-	b	-	-	-
黃○愷	-	b	-	-	-
林○如	-	b	-	-	-
劉○瑋	-	b	-	-	-
李○寧	-	b	-	-	-

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

(四)研究報告

完成以下 12 篇核研所研究報告：

1. 我國 2020 年燃氣、燃煤與核能電廠之技術經濟評估(作者:卓金和、陳中舜、葛復光)，報告編號: INER-10018
2. 三篇能源經濟的應用(作者:卓金和、朱雲鵬、楊浩彥)，德國 LAMBERT Academic Publishing 出版商出版專書，報告編號: INER-10117。
3. 產業關聯分析操作手冊(作者:葛復光、卓金和、柴蕙質、袁正達、孫廷瑞)。
4. 我國發展太陽光電之經濟與環境效益(作者:孫廷瑞、葛復光)。
5. 我國服務業部門之能源使用效率評估-三階段資料包絡分析模型之應用(作者:孫廷瑞、張四立、陳玉嬋)，報告編號為: INER-10024。
6. 排放權核配對能源密集產業碳風險影響評估(作者:曾盟峯)，報告編號為: INER-10012。
7. 從核四問題看我國電力市場自由化之必要性(作者:陳中舜、曾盟峯、張志瑋)，報告編號為: INER-10372。
8. 『INER-MARKAL 模型之工業部門校準分析』，(作者:廖偉辰、葛復光)，編號 INER-10434。
9. 『INER-MARKAL 模型服務業與住宅部門校準分析』，(作者:鄧磐瀚、葛復光)，編號 INER-10439。
10. 『MARKAL 模型電力部門校準分析』，(作者:劉家豪、葛復光)。
11. 『INER-MARKAL 運輸部門校準分析』，(作者:陳治均、葛復光)。

以上(8)-(11)皆為 MARKAL 模型校準分析報告，今年度本計劃完成 MARKAL 電力、運輸、工業、住宅與服務業之能源消費校準、技術參數更新、能源服務需求更新，可實際反映國內能源系統的運作情形，有利於策略擬定的可行性參考。

12. 『我國再生能源供需規劃與減碳策略評估』，(作者:陳治均、鄧磐瀚、廖偉辰、葛復光)。該論文利用 MARKAL 模型，模擬不同的再生能源發展、電力供給組合情境，分析各情境的發電成本與排碳量，探討電力供需規劃與減碳策略。研究結果顯示，政府應修訂溫室氣體減量目標，配合發展再生能源與使用低碳燃料組合，使目標具實務可行性，相關研究成果如表 3 所示。

表 3：用電零成長假設下各情境之發電成本與排碳量分析

情境	2025 年			2050 年		
	發電成本 (2010 新台幣 /度)	相較於 2010 年排碳量之 變化(%)	相較於台灣電 力部門減碳目 標之減碳缺口 (百萬噸)	發電成本 (2010 新台幣 /度)	相較於 2010 年排碳量之 變化(%)	相較於台灣電 力部門減碳目 標之減碳缺口 (百萬噸)
N ₀ R ₁	3.05	-5.5	28	3.79	-52.3	13.5
N ₁ R ₁	2.81	-9.8	22	3.44	-56.5	8.5
N ₂ R ₁	2.45	-16.8	12	3.42	-56.7	8.5
N ₀ R ₂	2.60	+9.2	49	3.75	-31.9	43.5
N ₁ R ₂	2.40	+3.5	41	3.50	-36.9	36.5
N ₂ R ₂	2.15	-10.6	21	3.49	-36.9	36.5

註：情境代號 N₀、N₁、N₂ 分別代表既有核電廠不延役&核四不商轉、既有核電廠不延役&核四商轉、既有核電廠延役&核四商轉。R₁、R₂ 分別代表再生能源達到發展目標且優先使用核電與燃氣、再生能源發展不樂觀維持 2010 裝置容量。

(五)辦理學術活動及專家座談會

1. 本計畫於3月1日舉辦二場專家座談會-「MARKAL-ED 進口能源價格預測」及「亞洲 LNG 進口價格關係分析」。與談專家共四位-中油企研處經濟市場組林淑娟組長、中油天然氣事業部購運室陳玉山主任、台綜院李正明主任及台綜院黃宗煌副院長。當天委員熱烈分享相關實務經驗，李正明主任並提供天然氣相關資料及文稿。由於我國LNG較缺乏公開的採購及價格預測資料，專家意見使MED模型之價格設定更符合專家對市場態勢，研究所得之策略建議更貼近實務所需。
2. 核研所與台大政治系林子倫教授團隊共同進行電價政策制定評析，並於102年5月31日及7月11日舉行兩場專家座談會及5次專家深入訪談，相關結論除可作為後續訂立電價時之重要參考外，亦有利於釐清不同產業對於能源需求彈性，並由產業發展的觀點提出對我國未來整體最適電源規劃與電力政策之建議。
3. 本計畫於5月16日「工業部門邁向低碳產業結構」委託計畫與台經院共同在核研所舉辦期中專家審查會議，出席專家學者計有經濟部工業局永發組陳良棟 副組長/博士，財團法人中技社鄭清宗主任/博士，中鋼蕭輝煌工程師，世新大學財務金融學系郭迺鋒副教授等四位，會議針對Mckinsey預測模型，產業結構調整的評估準則，產業服務化如何在產業結構調整中展現等問題進行討論，會後並將委員意見寄送給台經院參考，作為後續期末報告的修訂依據。
4. 本計畫與台經院共同合作執行「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」研究計畫，已完成期中、期末專家審查會議。針對本研究所提出之能源稅減碳政策配套措施之可行性進行修正與建議。透過為國內CGE模型專家意見之交流提升研究品質，增進研究結果之參考價值。
5. 本計畫與中原大學商學院共同合作執行「台灣發展風力發電之技術經濟分析與3E效益評估」研究計畫，已完成期中、期末專家審查會議針對風力發電與智慧電網之技術經濟分析模型參數進行全面性檢討，以利後續敏感度分析。並透過系列專家審查會議機制使本計畫建構之能源經濟模型能更趨於現實情況。
6. 本計畫與台經院共同合作執行「工業部門邁向低碳產業結構」委託計畫已舉辦期中、期末專家審查會議。本研究結合溫室氣體減量成本模型(Mckinsey model)的運算邏輯和所需變數，以其概念進一步探討未來先進綠色技術設備成本與產業關聯表連結的關聯性及重要性求得使用CCS措施後，產業減碳量及減碳後的CO₂排放量。
7. 核研所與中原大學商學院應用經濟模型研究中心於102年10月14日共同舉辦「後福島之減碳與能源安全新思維」研討會，會議邀請行政院經建會李高朝顧問致詞、也邀請中華經濟研究院綠色經濟研究中心唐郁淳分析師、台灣經濟研究院研究五所副所長陳詩豪等多位學者參與。當日與會專家共同研討福島核災後各國能源安全與核能政策發展方向，參與會議人數達91人次，會中討論熱烈，其中李高朝顧問發表之文章「香蕉共和國快沒電可用」一文受到中華經濟研究院梁啟源董事長的肯定。
8. 核研所與台經院、中國中科院於102年10月15日共同舉辦「2013兩岸產業低碳化之發展策略」研討會，會議邀請行政院環保署署長沈世宏致詞、台灣大學應力所陳發林教授、文化大學楊之遠教授及中國大陸中科院范英教授、中國大陸科學院數學與系統科學研究院汪壽陽院長等多位學者參與。當天與會者計有50餘位台灣與中國相關單位之學者和研究人員。

9. 辦理『線性規劃』訓練課程，全程十一場次，由中原大學林師模教授主講，平均到場參與學員每場次約 16 名。課程內容包含：線性規劃的原理、求解與應用等。相關內容將提升學員模型分析與理解能力。
10. 辦理『TIMES 模型教育訓練』訓練課程，本計劃於 102 年 11 月 11 日~15 日邀請 IEA/ETSAP 顧問 Maurizio Gargiulo 提供 TIMES 模型技術協助，有助於提升計畫成員對 TIMES 模型之熟悉度，加強模型建置、情境設計、結果解讀與策略分析能力。訓練內容主要在於強化 TIMES 模型電力部門的架構，包含火力、核能、再生能源、CCS 技術與抽蓄水力、儲能設施的建置，以及針對工業、運輸部門提供模型建置的基礎建議。

(六)形成教材

本研究團隊計畫主持人葛復光協助教育部能源國家型科技人才培育計畫，完成大專能源科技人才培育資源中心 K-12 能源科技教育種子教師培訓教材編寫工作，本計畫負責探討核能發電的角色與爭議，該內容將有助於傳播正確的能源資訊與促進各界意見的交流，教材部分內容如圖 7 所示。「能源對經濟、社會與環境的影響」全書已由政大出版。

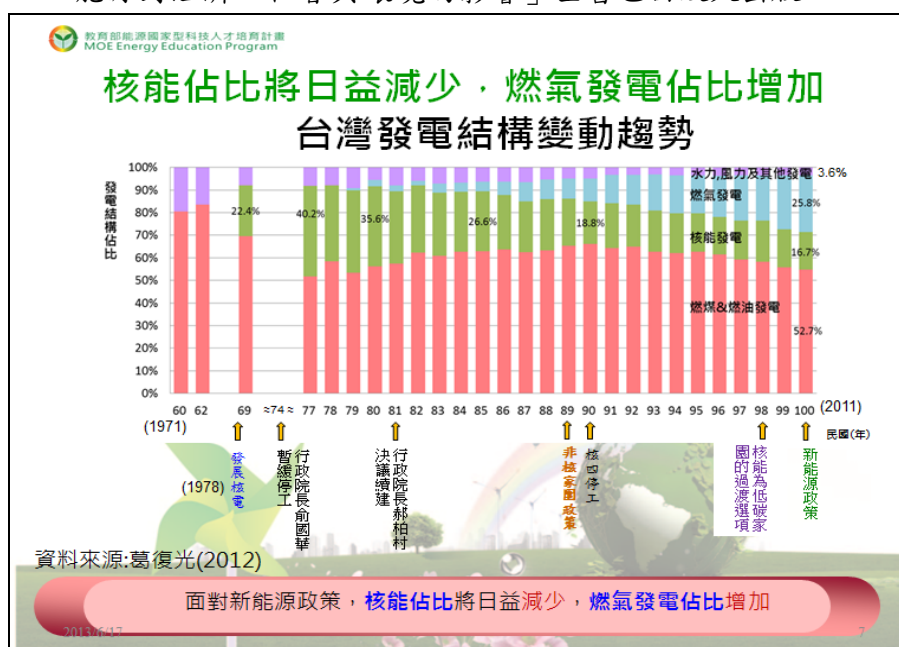


圖 7：發電結構變動趨勢圖

(七) 其他

完成 102 年度能源系統與經濟年報，該年報彙整本計畫一年來重點評析及年度重要成果，可協助決策者迅速洞悉國內外能源發展思維與重要議題，另提供不同輿論觀點並可促進知識共享。本共計 23 篇文章、5 大章節(國內外焦點議題、重要報告簡評、專題簡析、技術發展綜覽、問與答)。內容包含：福島事件後德、日電價的變化，國際核電成本、再生能源發展及國內能源相關議題釋疑等。貢獻：透過研究成果的公開，有助於國內相關資訊的交流與討論，以促進能源相關議題的社會共識能盡早形成。

二、技術創新(科技整合創新) (權重 10%)

(一) 完成 MARKAL-ED 參數更新

1. 本土化能源價格彈性需求：

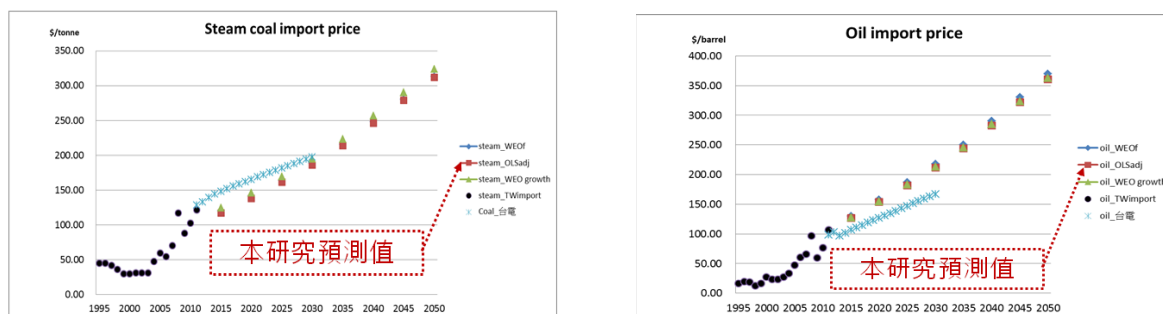
長期以來國內受制於能源經濟人才及統計資料的限制，故諸多研究中如能源服務需求彈性、中長期化石能源價格預測等關鍵數據常多直接引用國外既有資料，進而導致本土應用分析結果容易失真。本研究團隊對數據本土化相關議題今年持續投入心力，並邀請中油、台綜院、台經院及各界學者專家參與討論及研究，目前已漸有成果，除提供能源模型的輸入參數外，亦可根據研究結果釐清我國稟賦要素的結構，作為政策論述與規劃之重要依據。

2. 完成 MARKAL 社經條件參數及能源服務需求更新。

MARKAL 參數更新版本: 2011-2015 年 GDP 成長率為 3.11% (台電 2012.11.08 版本)、人口成長率為 0.26%、家戶數成長率為 2.63%、人均 GDP 成長率為 2.83%。工業能源服務需求推估: 電子電機業成長幅度最大，未來幾乎均維持在 3% 以上之成長率。鋼鐵考慮未來中龍擴建及中鋼高爐更新，新增之容量則以外加之方式計入。住宅及服務業部門能源服務需求推估: 電腦及其它電器需求將隨著未來對 GDP 之預測值下修而調降。商業部門各類需求將隨著未來對 GDP 之預測值下修而調降。運輸部門能源服務需求估計: 大小貨車由於未來持續的經濟成長下，對於載運貨物的車輛需求仍然持續增加；小客車的部分在未來經濟以及個人所得的持續增長下，能源服務需求亦呈現增加的現象。相關數據的更新，有利於模型在分析上更為接近現實。

3. 完成初級能源價格長期預測

本計畫除探討適合 MED 模型之國際預測報告外，亦透過迴歸分析，確認國際機構預測的標的價格 (WEO 報告中之 IEA 會員國平均原油進口價格、日本天然氣進口價格及 OECD 國家平均燃料煤進口價格與我國進口價格歷史值的關聯性，並以計量分析結果及國內具實務經驗專家之意見，作為本土化數據設定之依據，有別於國內相關研究機構多直接採用國外報告預測值，本研究將持續透過計量模型估計，並探討市場長期動態調整過程，作為本所 MARKAL 模型之價格預測設定參考。本研究以國際具公信力機構(WEO)之進口價格預測值為基準，透過計量方法估計我國進口價格及 WEO 預測標的價格之關係，根據估計結果調整 WEO 進口價格預測值作為 MARKAL-ED 設定參考。調整後之預測值，原油及煤略低於 WEO 預測值，LNG 則略高於 WEO 預測值。煉焦煤則根據其與燃料煤價格迴歸關係式預測，相關研究成果如圖 8 所示。



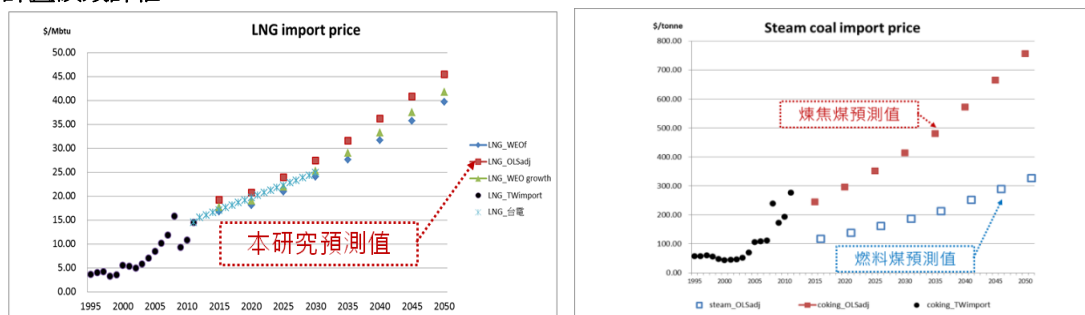


圖 8：初級能源進口價格長期推估值

(二) 完成 CGE 模型更新：

1. 進行 CGE 模型擴充：本計畫與中原大學商學院應用經濟模型研究中心共同合作建構之 GEMEET 模型，與國外模型不同的是本團隊特別將各項發電結構細緻化處理，依據其電力負載特性為準則，區分不同發電技術，並設定不同之替代機制，以更貼近實際電力部門之發電情形，GEMEET 模型中電力部門之發電技術模型架構如圖 9 所示：

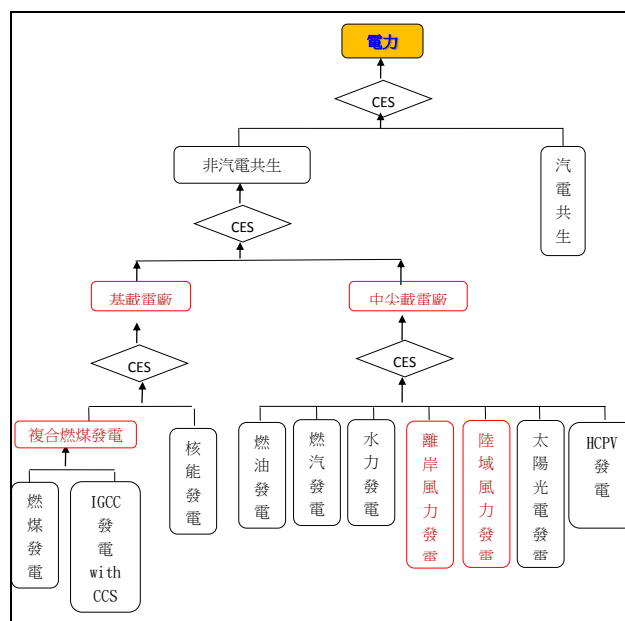


圖 9：GEMEET 發電結構之模型架構設定

2. 為強化經濟模型的可信度，因此本研究針對經濟模型進行驗證與確認 (verification and validation; V&V)，此亦為國內首次對 top down 3E 模型之驗證與確認。

(三) 完成 MARKAL 模型校準

完成 MARKAL 電力、運輸、工業、住宅與服務業之能源消費校準、技術參數更新、能源服務需求更新。為真實呈現國內各部門能源使用情形，本年度針對 MARKAL 模型之電力、運輸、工業、服務業與住宅部門進行校準作業，依照國內真實能源消費情形，調整與修正模型技術參數。本次校準係根據能源局公布之 2010 年能源平衡表實績值，計算與推估電力部門發電量及運輸、工業、服務業、住宅部門各種耗能技術的能源使用量，更新各技術參數與能源服務需求，最後進行驗證分析。模型經過校準與更新能源服務需求後，可真實反映出國內能源系統的運作情形，並有利於後續策略擬定的參考價值。

(四) 完成 TIMES 模型電力部門架構建置

TIMES 模型提供可調整之時間週期，相較於 MARKAL 模型，能更靈活呈現分析結果。目前本計劃已初步完成 TIMES 模型電力部門架構雛形，包含燃煤、燃氣、燃油、核能、水力、離岸風力、太陽光電等之發電技術架構建置，並首次建立 CCS retrofit 技術，加強模型模擬能力，能更適切規劃國內燃煤/氣電廠未來發展趨勢。本計劃亦利用台電負載曲線資料完成 TIMES 模型時間分隔設定，往後分析結果將可探討電力負載與電力調度議題，強化中長期能源趨勢與策略分析能力。

(五) 完成以下 6 篇核能研究所技術報告

1. MARKAL-ED 模型能源服務需求價格彈性推估工業、農業與非能源使用部門。
2. MARKAL-ED 模型能源服務需求價格彈性推估-運輸部門。
3. MARKAL-ED 模型能源服務需求價格彈性推估-住商部門。
4. MARKAL-ED 模型之初級能源進口價格參數長期預測。
5. 我國燃料燃燒二氧化碳排放計算與分析（作者：陳治均、葛復光）。本報告依據能源局 2012 年公告之能源平衡表，並採用「IPCC 國家溫室氣體清冊指南，2006」，計算我國燃料燃燒 CO₂ 排放量，並將計算結果與經濟部能源局於 2012 年 10 月發表之「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析」報告進行差異分析。結果發現能源局統計報告於焦炭的排放係數有錯植之處，而後其也採納本團隊所提出之建議，並於 2013 年 7 月發表之統計報告修正錯誤之處，而修正後的排放量與本團隊計算值十分相近。
6. MARKAL 彈性需求模型於不同進口能源價格下之情境分析（作者：廖偉辰）。此份技術報告加入新預估的新進口能源價格，比較在新舊兩種進口能源價格情境之下對能源服務需求、能源投入、二氧化碳排放量的影響。此報告有助於了解進口能源價格變動對 MARKAL 模型架構從最上游的能源進口到最終端能源服務需求之影響。另外，本次研究是以 MARKAL 彈性需求模型運跑，有助於了解並彰顯 MARKAL 彈性需求模型的功用與用途。

(六) 技術活動

發表於國內或國外研討會之論文 4 篇

1. 論文題目：台灣經濟成長與碳排放之長期關係：產業部門別之研究（葛復光、袁正達、卓金和、柴蕙質、孫廷瑞，發表於「2013 兩岸產業低碳化之發展策略」研討會）。本文以 ARDL 模型來檢視 1982-2011 年我國經濟成長與碳排放的長期關係，透過 Environmental Kuznets Curve (EKC) 的估計並有下列重要實證結果。第一，我國工業、運輸、服務與能源密集產業等部門皆存在倒 U 型態的 EKC 曲線，表示上述部門的碳排放將隨經濟成長而呈現逐步下降的趨勢。第二，上述部門的碳排放具有向長期均衡收斂的性質，且部門間的收斂速度呈現一致，每期平均調整約 24%，需 4.2 年來重新回到長期均衡。第三，我國 EKC 的估計結果存在 Simpson Paradox 的現象，碳排放與經濟成長的長期關係在整體部門不明顯，但顯著存在於運輸，服務業與能源密集等部門。最後，我們發現經濟成長與碳排放存在單向的因果關係(Unidirectional causality)，即經濟成長有助於解釋碳排放的增加，而碳排放並無法解釋經濟的成長。**價值與貢獻度**：貢獻不同部門的碳排放與 GDP 之間具有不同的型態，因此在制定產業政策時，必須考量產業的經濟發展與排放型態。（相關結果參考圖 10，以全國整體的角度來看，EKC 的所估計的反轉點為 18.5 兆而 2011 年我國 GDP 為 14.4 兆，因此未來的 GDP 還

可成長 4 兆才能達到全國 EKC 曲線的反轉點)

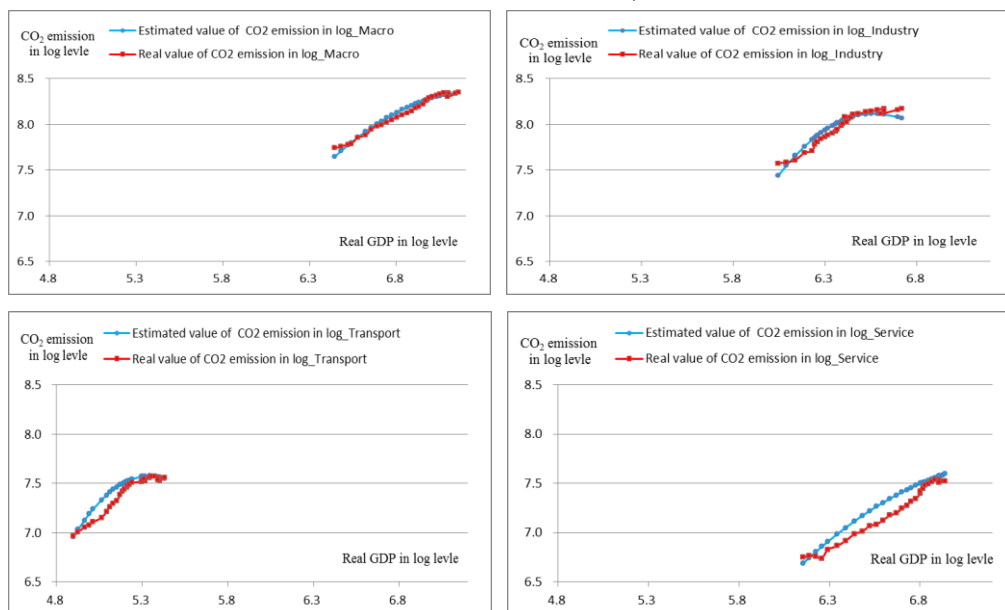


圖 10：總體、工業、運輸與服務業部門之碳排放與經濟成長之關係

2. 論文題目：『Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan』，(葛復光等人，發表於 IAEE 2013 Conference)。The analysis result of the study shows that because natural gas import prices into Taiwan are much higher than into the United States and European Union, IGCC/CCS is more competitive than NGCC in Taiwan. For the sensitivity study, the high uncertainty of fuel cost projection makes it critical for LCOE. Therefore, in performing the comparison of the economics of different technologies, it should pay attention to the impact of the uncertainty of fuel costs particularly. When compared to the economic feasibility of IGCC/CCS, the carbon price also significantly affect the feasible timing for IGCC/CCS. With high constraints and 3% discount rate, carbon price higher than 95 \$ / t-CO₂, IGCC/CCS is competitive than IGCC. In comparison with NGCC, IGCC/CCS basically is superior in Taiwan, but NGCC will be more economical with 10% discount rate in 2020-2025. 價值與貢獻度：藉由參加 IAEE 研討會，瞭解各國先進在能源模型領域的研究方法並如何將其研究成果應用為政策依據與行動策略，由於與會者多為各國能源模型研究領域菁英，其中不乏各國政策幕僚機構或智庫。因此，此次參與研討會所獲良多。
3. 論文題目：台灣減碳市場機制政策與配套措施探討(劉婉柔、馬雲亭，發表於 2013 兩岸產業低碳化之發展策略研討會) 本研究於 2013 年 10 月 15 日於「2013 兩岸產業低碳化之發展策略研討會」上發表「台灣減碳市場機制政策與配套措施探討」之研究成果，內容著重於我國能源稅制配合配套措施、浮動電價機制政策等情境，使用台經院動態一般均衡模型分別分析以節能家電消費之購物補助(參考日本提出的 EcoPoint 制度)和現金補助(我國現有的節能家電補助制度)作為課徵能源稅配套措施之政策效果，並發現金補貼配套措施後之總體經濟負面影響最小，價值與貢獻度：比較日本及我國實行過之制度，現金補貼作為課徵能源稅配之套措施，未來可作為政府能源稅配套措施評估及研

擬之選項

4. 論文題目：The Assessment of Emission Allocation on Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan(曾盟峯，已發表於 East Asian Association of Environmental and Resource Economics 國際研討會,EAAERE,2013), 摘要：本篇論文旨在探討未來課徵邊境碳調整措施或是開始實施更嚴格之碳排放管制政策，我國產業競爭力勢必受到影響，並可能隨著碳成本提高，而間接造成碳洩漏問題。因此為減緩產業衝擊，本研究有以下幾點建議：(1)密切掌握邊境碳調整的後續政策。(2)針對我國碳洩漏敏感產品之進出口問題做深入調查，特別是鋼鐵、石油及提煉自瀝青礦物之油類（原油除外）及有機化學產品，也應該針對進口至台灣之高碳產品。(3)建議政府或主管機關應主動輔導高碳風險之能源密集產業做低碳化經濟轉型策略，並研擬出相關獎勵政策。(4)制定碳風險級距與標準，並減輕其面臨碳洩漏與被課徵邊境碳調整等問題，從而提高我國產業競爭力。**價值與貢獻度**：此次發表之論文主題為排放權核配對台灣能源密集產業之碳風險影響評估。主要透過歐盟最新計算碳風險之簡易公式，計算我國七大能源密集產業近年來之碳風險值，並透過我國出口至歐盟地區之高貿易敏感度產品與理論模型來評估不同排放權核配制度將會對能源密集型產業之碳風險產生哪些衝擊與影響。文章之重要貢獻在於研擬出協助降低衝擊的措施與作法，進而提供政府及產業更進一步之低碳轉型策略。此外，在研討會發表論文過程中，也與國外學者專家討論台灣近年來在能源、環境與資源經濟的研究成果，並藉以掌握相關能源議題之最新看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係，提升核能研究所於環境與資源經濟以及能源政策領域之國際知名度。

三、 經濟效益(產業經濟發展) (權重 20%)

1. 協助政院評估核四造成電價上漲時對於總體經濟的影響，透過「投入產出分析」計算當電價上漲 10%時，實質 GDP 將下降 0.36%，CPI 上漲 0.39%，就業人數減少 3 萬 8 千人，此報告是國內少數有呈現出核四對於就業人口變化之研究，可用以觀察核電對於總體經濟不同層面之效益，相關研究成果如表 7 所示。

表 7：電價上漲 10%對 GDP 就業人數及 CPI 影響

核研所			主計處		梁啟源	
電價 10%			電價 10%		電價 9%	
實質 GDP(%)	就業人數(人)	CPI (%)	實質 GDP(%)	CPI(%)	實質 GDP(%)	CPI(%)
-0.363	-38,427	0.39	-0.13	0.359	-0.126	0.61

由於投入產出假設所有產業之間為互補關係而非完全替代關係，以至於電價上漲造成的 GDP 衝擊將會是經濟最大的衝擊量，當假設產業之間可完全替代後，GDP 衝擊將會減少。

2. 核能研究所與台經院透過中鋼、中油、台塑、工業局、台化、鋼鐵工業同業公會、台

灣化學工程學會等多位國內專家學者的訪談，建構我國「燃燒後捕集設備」先進技術的成本結構，不僅能夠掌握釐清國內、外的最新生產技術與現況，並有助於後續經濟效益評估與國內技術研發團隊的合作與資訊交流。

3. 本計畫完成「台灣地區國內生產毛額變動研析」專題分析，主要內容為係以行政院主計總處所建構的國民所得統計資料基礎，利用國內生產毛額生產面、所得分配面及支出面三面等價的特性，以其解構 GDP 統計資料瞭解我國目前產業結構變化現況，並探討其背後變化原因。由於我國經濟成長受國外經濟環境影響越來越嚴重。另外，外銷金額之海外生產比以超過五成，顯現出我國工業生產外移將間接影響工業成長拉抬我國平均薪資的效果。此分析結果將可作為我國政府了解目前國內經濟情勢訂立產業結構調整相關政策之參考建議。
4. 透過「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」研究發現課徵能源稅卻也同時造成總體經濟的負面衝擊，但若同時搭配購物補助或現金補助等配套措施，確實能降低能源稅負所帶來的總體經濟負面影響。進一步比較購物補貼與現金補貼政策之效果，EcoPoint 方案無法將點數直接換成現金轉為儲蓄，因此政策實施期間民間消費增加的幅度更為顯著，但採用現金補貼配套措施後之總體經濟負面影響最小，原因在於儲蓄轉為投資，相關研究成果如圖 11 所示。

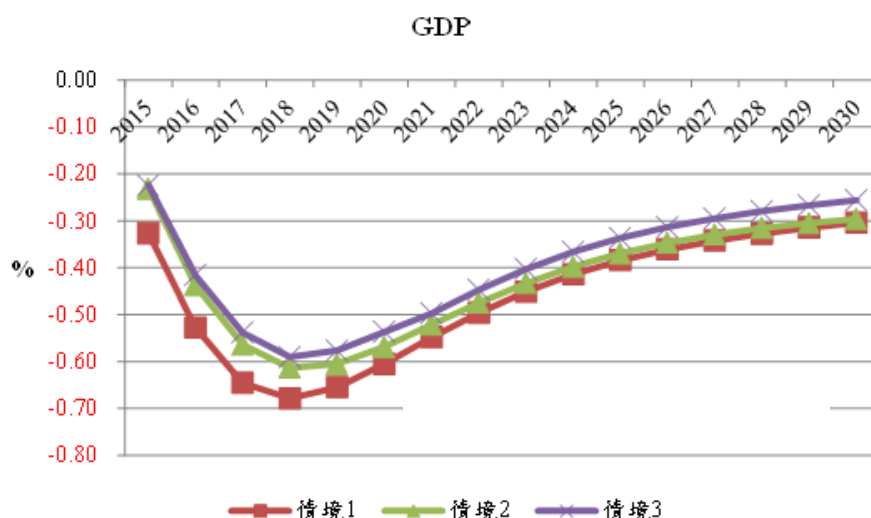


圖 11：課徵能源稅及實行配套措施下之經濟衝擊比較

5. 透過「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」計畫來探討未來工業部門的碳排放如何影響產業結構。首先透過中鋼、中油、台塑、台灣化學工程學會等專家訪談來確認溫室氣體減量成本模型(Mckinsey model)的參數合理性，再推估石化、鋼鐵、水泥、電子、造紙與紡織等業別的能耗預測值，而透過燃燒後捕集設備經由在地化 EPC 費用的換算，推算 2020、2025、2030 年設備費用分別為 185 億元、191 億元及 197 億元，在 2020 至 2030 年期間，設備費用約成長 6%。在上述情境下，透過投入產出模型預計將可每年帶動國內 GDP 成長率 2%。
6. 本計畫團隊與中原大學合作執行「我國發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」報告，評估若離岸風力發電按現階段規劃的目標發展，包含離岸風力帶動上游產業，以及替代其他發電技術的影響下：(1) 2020 年相較於 BAU 可增加 479 億 GDP，2030

年相對於 BAU 可增加 1,021 億 GDP，2040 年相對 BAU 可增加 1,360 億 GDP，累計至 2040 年 GDP 累計共增加 2 兆 2,874 億；(2) 2020 年的就業人數較 BAU 累計增加 10.86 萬人次，2030 年累計就業人數較 BAU 增加 23.1 萬人次，2030 年之後產業趨於成熟，因此就業人數難以再突破增加，累計就業人數較 BAU 增加人次降至 22.6 萬人次。

7. 本計畫完成「台灣地區國內生產毛額變動研析」專題研究，主要內容為係以行政院主計總處所建構的國民所得統計資料基礎，利用國內生產毛額生產面、所得分配面及支出面三面等價的特性，以其解構 GDP 統計資料瞭解我國目前產業結構變化現況，並探討其背後變化原因，另外亦對我國經濟成長的領先指標外銷訂單金額是否有助於帶動國內就業的議題做進一步的探討。另外，外銷金額之海外生產比已超過五成，顯現出我國工業生產外移將間接影響工業成長拉抬我國平均薪資的效果。此分析結果將可作為我國政府了解目前國內經濟情勢訂立產業結構調整相關政策之參考建議。
8. 本計畫團隊首次嘗試利用台電日小時負載資訊，推估各時段太陽光電之替代經濟效益(即各時段中尖載機組之加權發電成本)，評估結果顯示各時段替代方案之發電結構不同，替代效益亦有所差異，夏月之替代效益約在 6.507 新台幣元/度~6.764 新台幣元/度間(2013 年太陽光電之躉購費率約為 5.6218~8.3971 新台幣元/度間)，因此在目前發展太陽光電已具有其經濟性，但由於太陽光電屬變動式再生能源，若大量併入中央電網時仍會造成系統衝擊風險，故短期內仍應適度的開發，待成本降至市電平價，達到具有讓用戶可自發自用之經濟誘因條件後，再行積極的發展，研究成果如圖 12 所示。

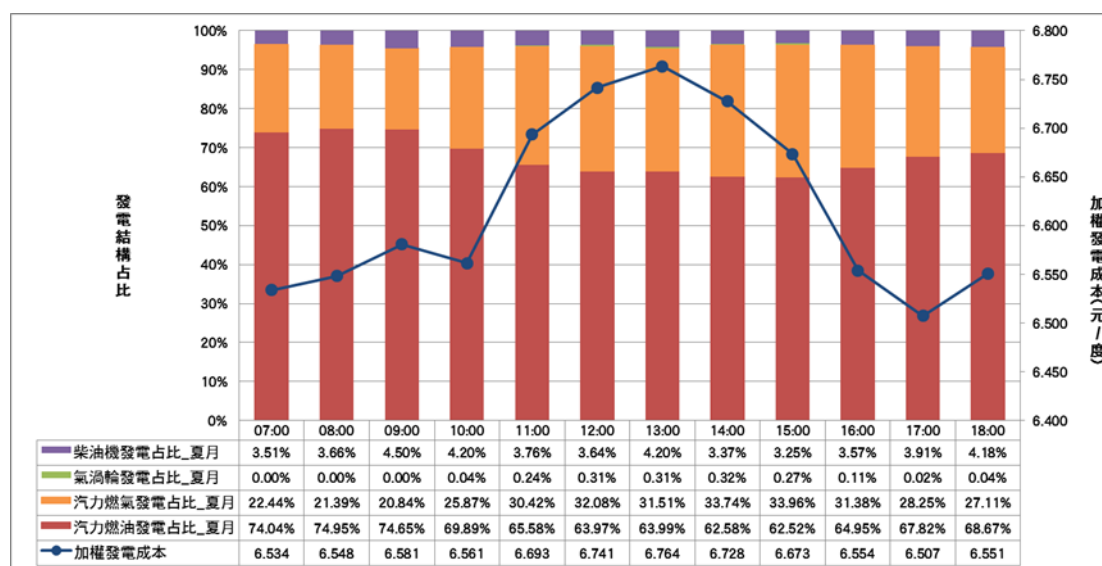


圖 12：2013 年夏月特定時段替代方案之發電結構與加權發電成本

9. 在產業合作方面，派員赴中鋼公司訪談並建立雙邊合作管道。與蕭輝煌工程師討論中鋼公司「低碳重點行動方案」，得知中鋼對於未來減碳規劃著重於生質能源取代部分現階段使用的能源，此規劃有別於國外主流「低碳冶煉技術」。並經由歐正章博士提供 MARKAL 模型鋼鐵業煉焦工場設置成本、使用年限等參數資料及業界建議，以提升模型建置的合理性，亦可作為評估我國鋼鐵產業未來發展之重要參考，圖 13 為中鋼公司低碳重點行動方案。

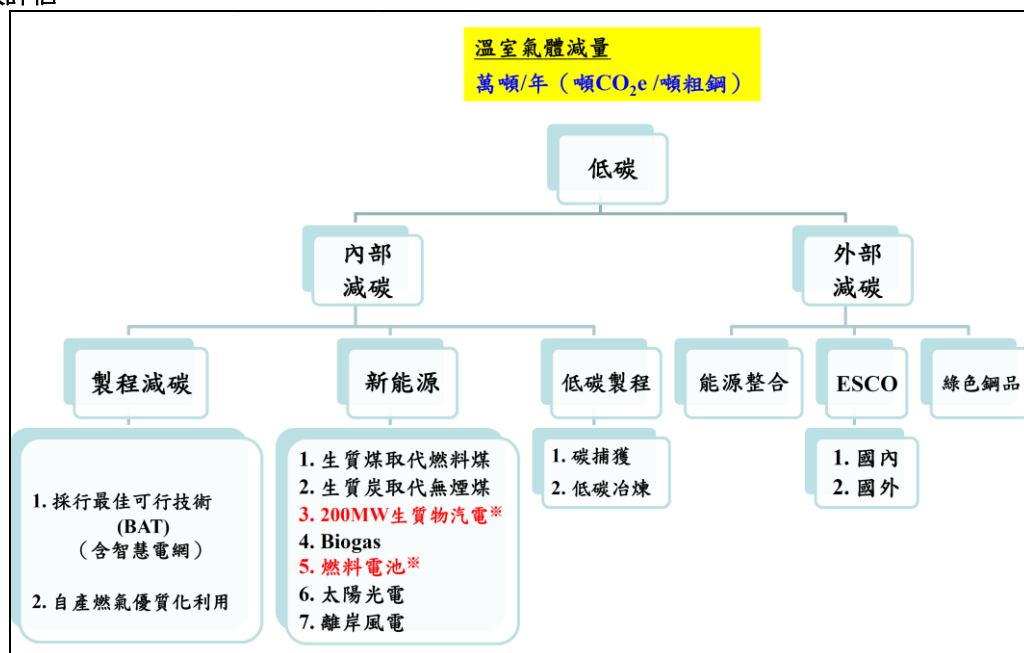


圖 13：中鋼公司低碳重點行動方案

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 15%)

1. 完成「我國各項發電技術之容量因素與尖峰因子分析」報告。相關內容主要透過蒐集我國各項發電技術之發電量與裝置容量，估算 2002~2012 年各項發電技術之容量因素，提供社會大眾了解我國目前各項發電技術之發電績效。
2. 完成「2020 年我國主要發電技術之均化成本評估」一文。本文主要目的係透過各項發電技術之參數資料蒐集，以技術經濟分析方法推估 2020 年超臨界燃煤發電技術、天然氣複循環發電技術、IGCC 搭配碳捕捉與封存技術、核能、太陽光電、陸域風力發電與離岸風力發電均化成本，作為我國未來電源規劃方案之參考並方便社會大眾閱讀。此外本團隊進行太陽光電與風力發電之技術經濟評估時，亦同時區分不同容量規模、設置類型(太陽光電區分為屋頂型與地面型，風力發電則區分為陸域及離岸)，並參考國內外相關研究，設定不同容量規模與設置類型的技術與成本參數進行技術經濟評估，作為政府擬訂太陽光電與風力發電之電能躉購費率參考，相關研究成果如表 8 所示。

表 8：國 2020 年 SCPC、NGCC、IGCC/CCS、Nuclear 均化成本表

設施設定	SCPC	NGCC	IGCC/CCS	Nuclear
裝置容量(kW)	1300	480	520	1350
容量因素(%)	85	85	85	85
Efficiency (HHV)(%)	42.45	53.35	33.55	-
初始成本(USD/kW)	2784	900	6023	4074
固定運維(USD/kW)	29.67	-	69.3	-
變動運維(USD/MWh)	4.25	-	8.04	-
運維成本(USD/MWh)	-	4.27	-	12.2
燃料價格(USD/GJ)	5.792	19.62	5.792	-
碳輸送與封存(USD/噸 CO ₂)	-	-	24.2	-
核能參數設定				
核能燃料成本(TWD/kWh)	-	-	-	0.504
核能後端成本(TWD/kWh)	-	-	-	0.17
財務設定				
燃料上漲率(%)	2.94	2.85	2.94	3
通膨(%)	2	2	2	2
折現率				
折現率 5%				
LCOE(TWD/kWh)	2.65	5.00	4.352	2.04
折現率 10%				
LCOE(TWD/kWh)	2.90	4.74	5.08	2.76

資料來源：IEA(2010a), IEA (2010b), IEA(2012a),IEA(2012b), EIA(2012), GCCSI(2011)，本研究計算

在折現率 5%時 IGCC/CCS 的均化成本高於 SCPC 1.70 TWD/kWh，由此可知唯有在未

來碳交易價格大幅上漲時，IGCC/CCS 才有投資的誘因。因此本研究建議在面對未來減碳目標下，可先興建預留加裝 CCS 空間之 SCPC 發電廠，未來則再視時機加裝 CCS 設備，應是配合目前國家政策下最務實的作法。

- 核能發電技術均化成本的計算，常涉及眾多的假設與參數，例如機械壽年、容量因素、折現率等參數都因各國對於核能發電成本的假設不盡相同，而容易造成大眾對核能發電成本的混淆。因此，針對日本（コスト等検証委員会報告書），美國（Energy Information Administration, EIA），英國（Department for Energy and Climate Change, DECC）與台灣（核研所自行估算）等國家的核能發電均化成本的參數進行說明，以提供相關單位在進行核電均化成本比較時的參考依據。此外，日本在核電相關費用與成本的提列與估算非常值得作為國內的借鏡，例如日本所提及的政策宣導費用以及事故發生費屬於社會成本，如何估算該部分的費用成本並將此社會成本內部化之後，才能更適切地反映核能發電的均化成本。透過各國參數值的設定與政策費用比較，對於未來我國核能發電均化成本的計算有重要參考價值，相關研究成果如圖 14 所示。

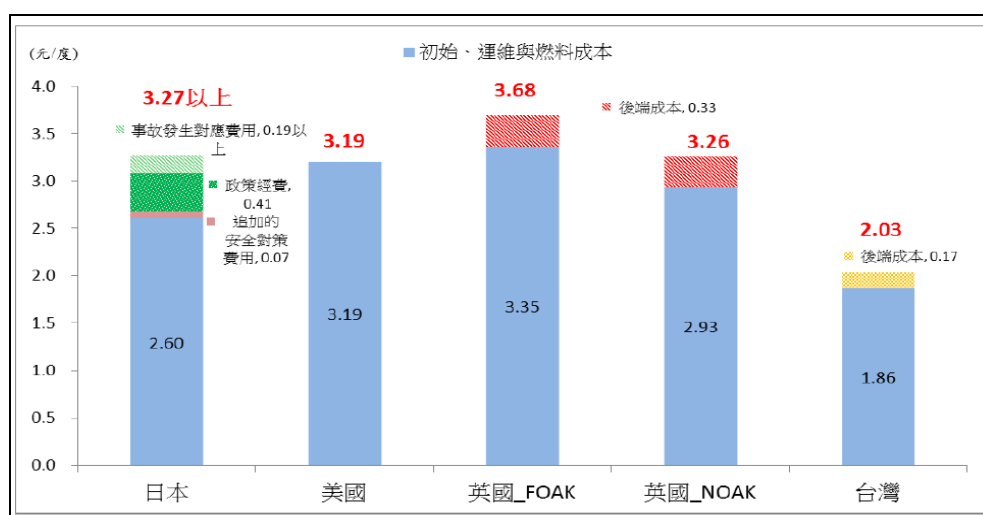


圖 14：各國核能發電均化成本比較

核能發電均化成本的計算隨著參數設定不同而產生差異，本文根據各國的資料並透過匯率的轉換，據以計算各國的核電均化成本來進行比較。¹日本假設在容量因素為 70%，折現率 3%並在 2010 年進行商轉的情況下，均化成本在 3.27 新台幣/度以上。此外，美國核電均化成本數據係根據 2018 年開始商轉的核電廠參數進行設算，均化成本為 3.19 新台幣/度；而英國以 NOAK (Nth of a kind) 為基礎並在 2017 年開始商轉的假設下，均化成本為 3.02 新台幣/度。而台灣設定在 2020 年進行商轉的核四廠的發電均化成本則為 2.04 新台幣/度，較其他國家來得低，其原因為均化後的初始成本 0.96 新台幣/度 相較於英、美等國家來得低；且台灣在折現率 5%的設定上也分別比美國的 6.6%與英國的 10%來得低。上述都是造成台灣核能發電成本計算上較低的原因。而透過參數的比較發現，目前只有日本將相關社會成本(例如：政策經費與事故發生因應費用)納入發電成本考量；而台灣、美國以及英國等並未將相關社會成本納入計算。

¹由於各國計算均化成本時間點不一，因此在進行匯率換算時以計算均化成本的基準年為做為匯率換算的基礎，例如 2010 年日幣兌台幣平均匯率為 0.37，2011 年英鎊與美元兌台幣平均匯率分別為 46.52 與 29.46。上述匯率資料來自中央銀行平均匯率計算。

4. 「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」研究發現課徵能源稅後，若配套措施為政府統收統支運用稅收，則排放量減少約 16,916~26,954 千噸；若配套措施採行節能家電消費之購物補助方案，則二氧化碳排放較 BAU 降低 16,706~26,584 千噸；若配套措施採行節能家電消費之現金補助方案，二氧化碳排放減少幅度在三情境中最少，介於 16,499 至 26,225 千噸間。上述研究成果可作為衡量課徵能源稅及施行相關配套措施情境下，對減碳目標之貢獻，相關研究成果如圖 15 所示。

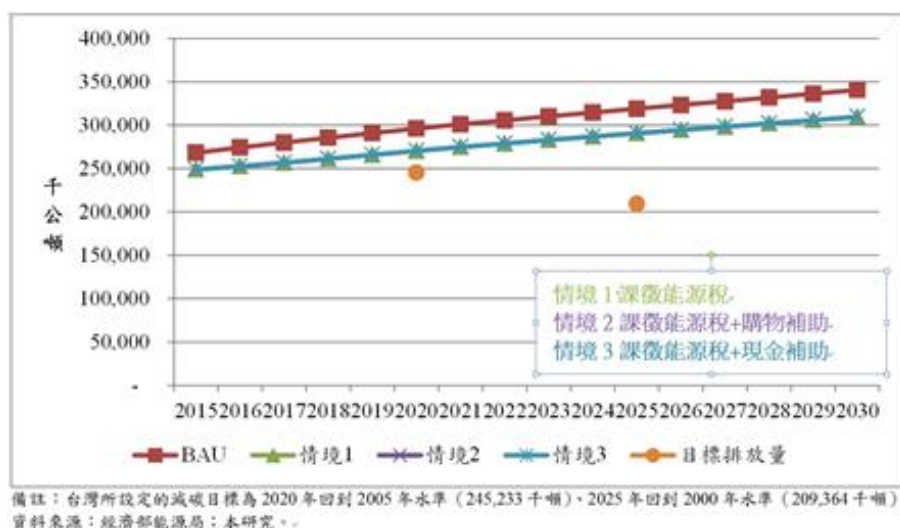


圖 15：課徵能源稅及實行配套措施下之減碳效果比較不清楚？

備註：台灣所設定的減碳目標為 2020 年回到 2005 年水準（225,759 千噸）、2025 年回到 2000 年水準（189,697 千噸），情境 2、3 和情境 1 之排碳量相當接近，主要減碳貢獻仍來自於課徵能源稅。

5. 利用 3E CGE GEMEET 模型評估的結果，完成「我國發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」報告，評估若離岸風力發電按現階段規劃的目標發展，包含離岸風力帶動上游產業，以及替代其他發電技術的影響下：2030 年時約年減 1.87 百萬噸 CO₂，至 2040 年時約可年減 2.65 百萬噸 CO₂，累計至 2040 年，發展離岸風電至推廣目標量所累積之總減碳量為 40.85 百萬噸 CO₂。
6. 利用 MARKAL 模型分析完成「我國中長期電力供需趨勢及核電情境分析」報告，設計四種模擬情境(基準、CCS 穩健發展、用電零成長、用電零成長且無 CCS)，探討「既有核電廠是否延役」及「核四廠是否興建」二項關鍵議題，並分析各情境在 2010-2055 年電力部門裝置容量、發電量、CO₂排放量及各部門用電量變動趨勢，並計算四種模擬情境之平均發電成本、可用電量、CO₂排放量，提供行政院副院長辦公室進行相關能源政策論述之參考。
7. 完成「從 Kaya 恆等式分析我國各項能源指標對 CO₂ 排放的影響」報告。相關內容主要為根據 IEA 於 2012 年所公布之「CO₂ Emissions from Fuel Combustion - HIGHLIGHTS」，透過指數因素分解，研究分析各個關鍵的能源指標對於我國 CO₂ 排放的影響程度，同時也作跨國性之比較，包括產業結構與我國相似的韓國以及先進已開發國家的德國、丹麥、瑞典以及日本，提供社會大眾了解我國在減少 CO₂ 排放上較為適合的思考方向。有關二氧化碳排放年平均變化率如圖 16 所示

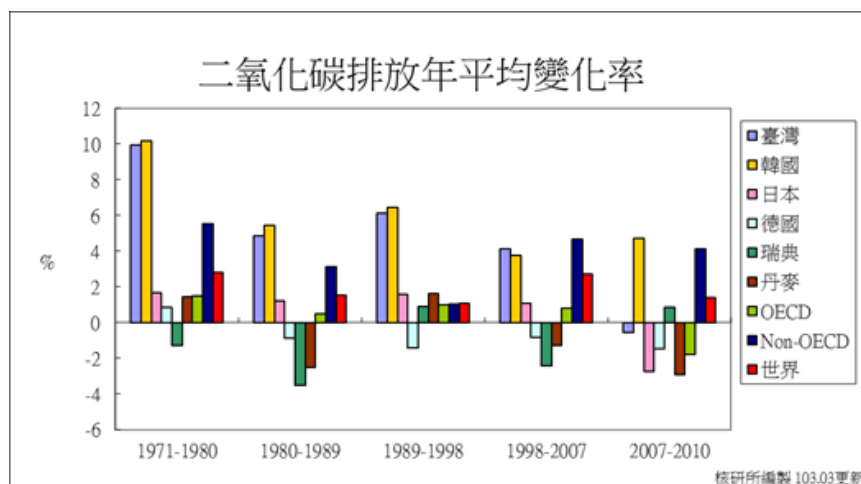


圖 16：二氧化碳排放年平均變化率

8. 完成我國燃料燃燒二氧化碳排放計算及差異分析。依據能源局 2012 年公告之能源平衡表，並採用「IPCC 國家溫室氣體清冊指南，2006」，計算我國燃料燃燒 CO₂ 排放量，並將計算結果與經濟部能源局於 2012 年 10 月發表之「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析」報告進行差異分析，並就研究分析所得彙整如下：

(1) 2011 年電力排放係數之所以大幅調降的主要原因係由於燃煤熱值的修正，且本團隊早於 2007 年的研究報告(INER-5051R)中就指出，我國將煤溼基質量(原始單位)與氣乾基熱值(熱值單位)混用，其結果將導致高估二氧化碳排放量，進而導致電力排放係數的高估。(2) 經與負責數據計算的單位查證後，發現能源局統計報告於焦炭的排放係數實有錯植之處，而後其也採納本團隊所提出之建議，並於 2013 年 7 月發表之統計報告修正錯誤之處，而修正後的排放量與本團隊計算值十分相近。(3) 上述官方公佈之 CO₂ 排放相關數據係為我國諸多研究單位參考資料的主要來源，且提供 IEA 作跨國排放指標比較的數據也以此為主，因此如何確保公布數據的正確性與一致性就顯得十分重要，而本團隊也樂於藉由計算 CO₂ 排放的分析研究，先釐清與官方公佈數據彼此間的差異，而後提出建議，使得此公佈數據能更趨於完善，以利後續相關研究與跨國比較。有關各部門二氧化碳排放佔比如圖 17 所示

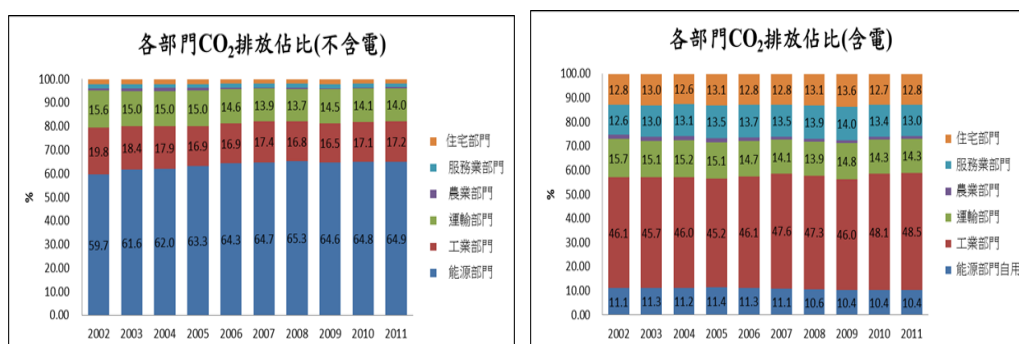


圖 17：各部門二氧化碳排放佔比

五、 其它效益(科技政策管理及其它)(權重 20%)

1. 本團隊近期完成多項行政院交辦事項(如表 9 所列)，具體完成工作項目如：(1)針對我國中長期電能最適規劃議題，完成「我國中長期電力供需趨勢及情境分析」、「替代能源情境組合分析」、「核四商轉之供給評估分析」及「能源政策及核能安全相關論述背景資料彙整」。(2)完成「IEA 估算之 2010 年發電技術均化成本說明」一文，相關結果包含德國、美國、日本三國各項發電技術之均化成本推估方法、假設、參數設定等。(3)完成行政院文宣品內容-「CCS 可能會導致電力價格提高 80%~100%以及 CCS 會耗用 30%之能源」是否正確進行 RETScreen 模型估算，結果顯示設置 CCS 確會造成電力價格大幅上升及耗能的增加，可提供做為我國未來制定減碳技術的參考。(4)完成 TVBS「核四行不行」相關問題回覆，包括德國電價上漲原因(是否因為投入再生能源發展而造成)、太陽光電可代替核能等(裝置容量與發電量差異)。(5)完成日本液態天然氣與電價影響分析、再生能源政策發展現況、趨勢與瓶頸、我國發展風力發電之問題及核四真實成本與能源方案報告等。並將上述研究成果與建議彙整分析後，轉呈行政院副院長辦公室卓參。

表 9：執行行政院能源議題之相關交辦事項

交辦日期	交辦事項名稱	完成日期
2013/3/15	轉呈歷年相關研究資料	2013/3/18
2013/3/18	準備赴行政院開會資料	2013/3/18
2013/3/18	「低碳電力結構分析」評析	2013/3/20
2013/3/18	綠盟-核四真實成本與能源方案報告評析	2013/3/20
2013/3/19	我國中長期電力供需趨勢及情境分析	2013/3/20
2013/3/20	相關報告之評析建議	2013/3/20
2013/3/21	核電情境分析	2013/3/22
2013/3/22	評析核四商轉與否情境分析	2013/3/22
2013/3/25	替代能源情境組合	2013/4/10
2013/3/25	再生能源現況、趨勢與瓶頸（一）	2013/3/27
2013/4/02	再生能源現況、趨勢與瓶頸（二）	2013/4/08
2013/4/04	北部供電回覆說明	2013/4/04
2013/4/10	IEA(2010)均化成本參數設定說明	2013/4/10
2013/4/12	核四商轉與否之供給評估	2013/4/12
2013/4/15	修訂政院文宣	2013/4/15
2013/4/15	剪報評析	2013/4/15
2013/4/17	能源政策及核能安全相關論述背景資料	2013/4/17
2013/4/22	評析業者網站風力發電與再生能源論述	2013/5/02
2013/4/24	回覆「核四行不行」相關意見	2013/4/26
2013/5/27	「台灣基載電源的選項與其面對挑戰」論述評析	2013/5/27
2013/5/28	2010-2050 年碳排放係數與發電成本趨勢資料	2013/5/28
2013/5/30	「2050 年不同核能情境評估」之第一次評析建議	2013/5/30
2013/6/04	日本 311 事件前後燃料成本、電力價格轉變與影響	2013/6/06

2013/6/25	二氧化碳封存埋地底，恐誘發地震之相關說明	2013/6/27
2013/6/28	IEA 世界再生能源預測之相關說明	2013/7/02
2013/7/08	『2050 年不同能源配比情境之發電成本與排放評估』之第二次評析建議	2013/7/10
2013/7/18	推薦國外核能專家來台名單	2013/7/22
2013/7/30	『2050 年不同能源配比情境之發電成本與排放評估』之第三次評析建議	2013/8/02
2013/8/29	核研所電池研發說明	2013/9/04

- 利用 MARKAL 模型分析完成『我國中長期電力供需趨勢及情境分析』報告，討論「基準」、「CCS 穩健發展」、「用電零成長」、「用電零成長且無 CCS」四種情境下，2010-2050 年我國電力部門裝置容量、發電量、CO₂ 排放量及各部門用電量變動趨勢。
- 利用 MARKAL 模型分析完成「替代能源情境組合分析」報告，探討「既有核電廠是否延役」及「核四廠是否興建」二項關鍵議題，並分析各情境在 2010-2055 年電力部門裝置容量、發電量、CO₂ 排放量及各部門用電量變動趨勢，並計算四種模擬情境之平均發電成本、可用電量、CO₂ 排放量，圖 18 所示為替代能源情境組合。

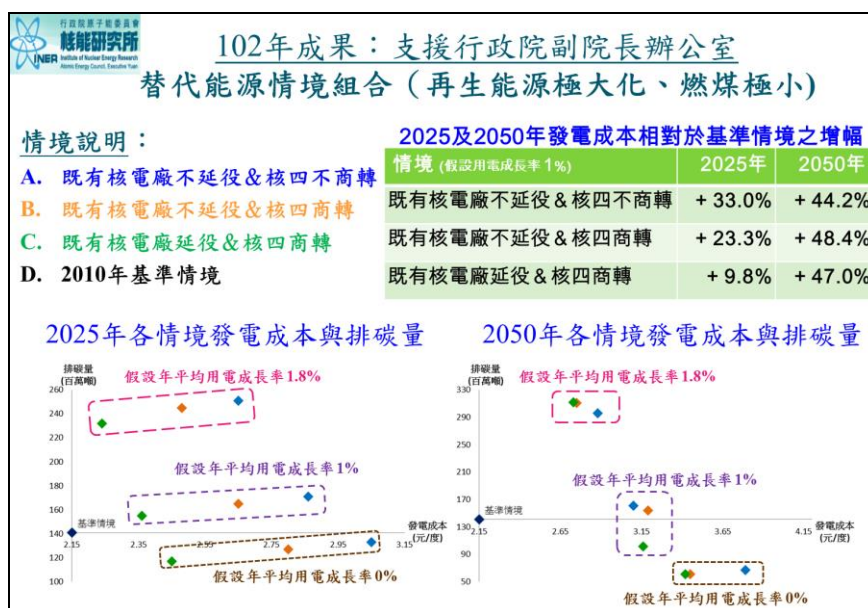


圖 18：替代能源情境組合

- 本計劃協助原能會提供國科會『台灣溫室氣體減量進程與綠能產業發展政策之基礎研究』成果報告之修正意見，已於 102 年 8 月 21 日出所回函原能會。
- 資訊服務方面，設立網站建構能源資訊平台，而本資訊平台之定位為：彙整國內外能源相關之統計、政策及議題，擇要進行數據歸納及研析，以作為研究與決策之客觀參考。目前資料蒐集部分完成 GRB、IEK、台經院資料蒐集，共蒐集約 1300 篇能源政策、各項再生能源、氣候變遷等相關報告；蒐集國外 IEA、EIA、IPCC 等相關重要報告；蒐集所內各技術團隊提供能源報告與政策研究約 88 篇，並提供快速搜尋、資料轉寫、檔案下載、網站連結等便利服務。本資料庫相較於其他國內能源相關資料庫，重點在能源政策對總體經濟影響的資訊收集及剖析，除一般技術性資料外，諸如國際重要關

鍵報告與政策文獻、重大新聞、專家評析等都是蒐集方向，並經彙整後增列簡析，以利國內研究者閱讀、比較及迅速掌握重點。相關成果如圖 19~圖 22 所示。

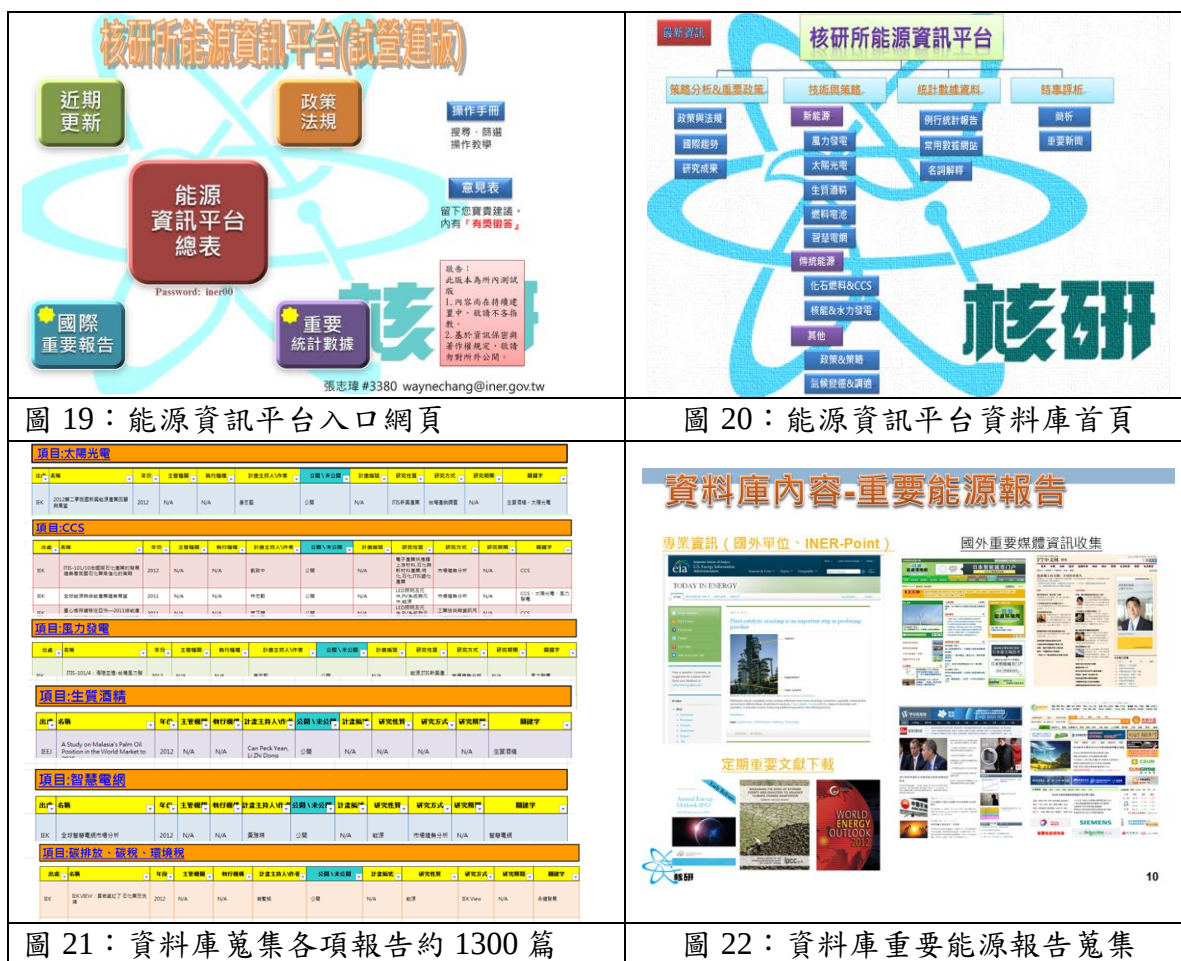


圖 19：能源資訊平台入口網頁

圖 20：能源資訊平台資料庫首頁

圖 21：資料庫蒐集各項報告約 1300 篇

圖 22：資料庫重要能源報告蒐集

6. 國際合作方面

- (1) 本計畫與大陸廈門大學能源研究中心林伯強主任洽談雙方合作事宜，並促成臺北大學環境資源研究所與廈門大學簽訂『協同創新基地』合作意向書。
- (2) 計畫成員葛復光赴日參加『第 9 屆台日能源研究合作研討會』，會後並轉往韓國拜訪韓國能源研究所與參訪韓國能源管理公司。該行程有助於加強台日韓三國能源領域專家的聯繫與對相關議題的看法交流，進而促進合作的可能。
- (3) 計畫成員葛復光獲邀參加大陸『海峽兩岸能源合作方案及其機制設計』座談會及參訪，並擔任『兩岸能源討論及議題建議』演講者。此次座談會匯集海峽兩岸能源領域諸多專家討論有關未來合作與規劃加強兩岸交流事宜。

7. 參與公開能源相關議題

- (1) 計畫成員葛復光以桌長，孫廷瑞、陳中舜以桌員身份參與環保署主辦「臺灣 2050 年零碳及再生能源百分百之可行性及必要性」公民咖啡館。觀察學習相關公民會議制度的舉辦方式。並於會議中提出能源議題見解供與會人員討論。
- (2) 參與立法院『低碳家園與非核家園雙贏策略』公聽會。提供相關政策論述與量化數據供副所長參考使用，並收集各界不同之意見，作為模型情境設計上參考。
- (3) 參與政治大學能源科技政策工作會議。會中與綠盟環保人士、台電人員進行面對面的溝通，以比較與驗證彼此數據、觀點之差異，尋求化異求同理性對話的可能。

伍、本年計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一) 計畫結構與經費

單位：仟元

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	14,026			葛復光	核能研究所	
		分項一：能源技術系統分析	7,459	劉家豪	核能研究所	
		分項二：能源技術經濟及產業評估	6,567	卓金和	核能研究所	

(二) 經費門經費表

預算執行數統計截止日期 102.12.31

單位：仟元

會計科目 項目		預算數(執行數)/元				備註
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計		
				流用後預算數 (實際執行數)	占總預算數% (執行率%)	
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費		11,264 A (11,264 C)		11,264 B (11,012 D)	B/E*100 % 80.31% (D/C*100%) 97.76%	業務費流出：
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		11,264 (11,264)		11,264 (11,012)	100 % (97.76%)	
二、資本支出						
1.設備費		2,762 (2,762)		2,762 (2,762)	19.69% (100%)	業務費流入：
小計		2,762 (2,762)		2,762 (2,762)	100 % (100%)	
合計	金額	14,026 E (14,026 F)		14,026 G (13,774 H)	100 % (98.20%)	
	占總經費% =分配數÷預算 數	F/E*100% 100%		(H/F*100%) 98.20%		
	(執行率=執行 數÷流用後預 算數)					

執行數與預算數差異說明：

本計畫因 9 月-12 月份預算分配數調整，分配控留數(即預算凍結)共 252 仟元，扣除分配控留數後，執行率可達 100%。

(三)100 萬以上儀器設備：本研究計畫無此項儀器設備

No.	儀器設備名稱	支出金額
...		
	總計	

二、計畫人力執行情形**(一) 計畫人力**

執行情形	總人力(人月)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
原訂	84	12	48	24	0
實際	84	12	48	24	0
差異	0	0	0	0	0

與原核定計畫差異說明：與原核定計畫無差異。

(二) 主要人力(副研究員級以上)投入情形

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
葛復光	研究員級之分支計畫主持人	負責計畫督導與管理/12	學歷	碩士
			經歷	核研所能源系統與經濟研究室負責人
			專長	系統模擬、政策評估、能源經濟分析
劉家豪	副研究員級之分項計畫主持人	能源技術系統分析、MARKAL 模型分析/12	學歷	博士
			經歷	核研所能源系統與經濟研究室副研發師
			專長	環境管理
卓金和	副研究員級之分項計畫主持人	能源技術經濟及產業評估、資料收集/12	學歷	博士
			經歷	核研所能源系統與經濟研究室副研發師
			專長	能源經濟分析
陳中舜	副研究員級之副工程師	能源技術發展資訊收集、研析能源經濟、政策評估/12	學歷	博士
			經歷	核研所能源系統與經濟研究室副工程師
			專長	能源經濟模型、技術經濟分析
柴蕙質	副研究員級之副工程師	技術經濟評估/12	學歷	博士
			經歷	核研所能源系統與經濟研究室副工程師
			專長	能源經濟分析

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
廖偉辰	副工程師	MARKAL 模型鋼鐵及石化業資料蒐集與模型參數修訂/12	學 歷	博士
			經 歷	核研所能源系統與經濟研究室副工程師
			專 長	熱力學模擬
陳治均	副工程師	數據蒐集整理、二氧化碳排放量計算、MARKAL 模型運輸部門/12	學 歷	博士
			經 歷	核研所能源系統與經濟研究室副工程師
			專 長	核電廠安全分析
袁正達	副研發師	技術經濟評估/12	學 歷	博士
			經 歷	核研所能源系統與經濟研究室副研發師
			專 長	能源經濟分析

差異說明：

無差異，上表僅列出副研究員級以上計畫成員。

陸、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明

本計畫屬於策略研析與建議，故暫無專利智財及可移轉技術產生之可能。但本計畫將透過能源資訊平台的方式，可逐步釋出研究所需之本土化數據與模型建置參數，以利國內研究參考基礎的公開性與一致性，促進研究單位對話與模型交流，進而提升國內能源政策研究品質。

柒、與相關計畫之配合

1. 合作團隊方面：(1)與台灣大學之「電價政策制定評析」以及中華經濟研究院之「美、德、瑞典及我國現行電價策略分析資料庫建置」合作研究計畫，針對台灣與國際間的電價制定制度進行深入了解及研究，均助於瞭解電價對社會與產業經濟之影響，並可作為研擬我國電價策略之依據。(2)與台灣經濟研究院之「我國減碳目標下之市場機制政策與配套措施設計及評估」、「工業部門邁向低碳產業結構之策略研究」及中原大學之「台灣發展風力發電之技術經濟分析與 3E 效益評估」進行研究合作，而此 3 個研究計畫分別對我國工業部門減碳的可能方式、促進我國低碳下市場配套措施的建立以及低碳發電技術進行評估與政策建議，相關結果可作為研擬我國低碳排放策略之參考。
2. 國際合作關係方面，本研究團隊除了與大陸廈門大學能源研究中心林伯強主任洽談雙方合作事宜，並完成邀請上海復旦大學能源經濟專家張中祥教授於 7 月來所進行短期講座，以針對能源經濟等議題探討與交流之外，計畫主持人葛復光簡任副研究員與助理研發師曾盟峯上半年度分別出國參加(1)赴日本參加『第 9 屆台日能源研究合作研討會』，會後並轉往韓國拜訪韓國能源研究所與參訪韓國能源管理公司。(2)赴大陸參加『海峽兩岸能源合作方案及其機制設計』座談會及參訪，並擔任『兩岸能源討論及議題建議』演講者。(3)赴大陸參加『第 3 屆東亞環境與資源經濟學國際研討會』，並透過與國外及大陸學者專家的討論，除展現核能研究所近年來在能源、

環境與資源經濟的研究成果外，亦藉以掌握相關能源議題之看法與對策，拓展與國外研究單位之合作關係。

3. 本研究團隊於1月23日邀請台灣綜合研究院侯仁義副所長於本所能經系列課程中，講授『我國能源平衡表與二氧化碳排放計算』，後續根據侯副所長提供之廢棄物資料試算CO₂排放，並針對結果疑點與其討論，最後提出其計算上有誤之處，並建議明年度修編時一併改正。
4. 本研究團隊於4月8日至立法院參加『低碳家園』與『非核家園』雙贏策略公聽會，以瞭解社會各界對於核能存廢之看法。
5. 本研究團隊於4月16日協助擬定能源政策與核安之論述之相關議題，並於4月17日與行政院毛副院長、能源局、經濟部核四辦公室、台電公司相關單位進行電話會議，並完成四則論述主題及內容說明，轉呈經濟部核四辦公室彙整。
6. 本計畫部分成員於5月18日參加環保署主辦「臺灣2050年零碳及再生能源百分百之可行性及必要性」世界公民咖啡館，並觀察學習相關公民會議制度的舉辦方式。
7. 本計畫部分成員6月17日參與政治大學能源科技政策會議。會中與綠盟環保人士、台電人員進行面對面的接觸，以比較與驗證彼此數據、觀點之差異，尋求化異求同理性對話的可能。
8. 資料庫方面：彙整國內外能源相關之統計、政策及議題，擇要進行數據歸納及研析，相較於國內各大能源相關資料庫，本次資料庫建置除蒐集許多國內相關報告，此資料庫可供所內各研究團隊使用，提供大量產業、技術發展、政策規劃等相關資訊與數據。

捌、後續工作構想之重點

本計畫後續工作的重點可分為『能源技術系統分析』、『能源經濟與產業』、『能源策略與資訊平台』三部分：

一、『能源技術系統分析』

1. 提供低碳化能源合理配比

- (1) 持續精進 TIMES 能源系統分析與技術經濟評估能量，作為擬定國家能源政策與減碳總體策略的依據。
- (2) 依據政府規劃，考量能源合理配比、分期進程、產業效益等多面向，支援進退場評估。

2. 提供中長期（至2050年）能源發展減碳規劃

國家能源政策之擬定必須通盤檢討且長期規劃，本計畫可利用 MARKAL/TIMES 模型，探討能源政策實施對各部門發展之中、長期影響，作為決策者參考依據。

3. 能源模型參數及結果驗證與透明化

國內模型參數的設定一直不夠公開透明，身為政府單位的核研所可藉由公布本土化數據，並透過專家座談會及國內外研討會邀請專家審查，以期獲得反應我國現況與條件之能源規劃佔比及產業政策建議。

後續將針對能源模型發展進程，強化對關鍵議題的分析，未來將以 MARKAL 模型為主，TIMES 模型為輔，定期依社經環境與技術發展，更新能源供需規劃與減量策略評估報告，提出國家各部門最適能源規劃建議，請參考下表。

	民國 103 年	民國 104 年
--	----------	----------

預期進度與成果(MARKAL)	1. 根據技術發展，持續維護與更新 MARKAL 模型資料庫。 2. 運用最新社經資訊，定期更新未來能源服務需求。 3. 提供政策情境模擬分析供相關單位參考。	
	1. 工業部門 CO ₂ 減量規劃評估。	1. 住宅及服務業部門 CO ₂ 減量規劃評估。
預期進度與成果(TIMES)	1. 更新資源與能源資料庫。 2. 更新處理技術資料庫。 3. 更新電力及運輸部門資料庫。 4. 完成基礎情境模擬。	1. 更新工業、住宅及服務業部門資料庫。 2. 完成減量情境模擬。 3. TIMES 模型與 MARKAL 模型比較分析。

二、『能源經濟與產業』

完成燃料電池、智慧型電網之技術經濟分析，評估我國技術發展進程。後續將針對不同能源技術(燃料電池及智慧電網)成本效益評估及總體經濟評估，以瞭解國內推廣之優先順序與計算國內減碳成本，提出我國燃料電池及智慧型電網產業發展策略。請參考下表。

	103 年
預期進度與成果 (技術經濟)	燃料電池、智慧電網
	包含：(1)技術評估分析、(2)成本結構彙整及分析、(3)成本效益及靈敏度分析 依照集中式、分散式與先進式系統建立技術經濟分析能量與量化比較資料， 呈現國內技術現況與未來性評估。另透過與相關研究單位的交流合作，研析 不同政策規劃對於減碳貢獻的評估。
預期進度與成果 (CGE)	燃料電池
	包含：(1)3E 效益評估、(2)市場潛力分析、(3)產業化建議 依照技術發展的迫切性及核研所技術團隊研究進程，逐年投入相關資源並與 國內能源經濟模型團隊合作，建置專用評估模型(CGE、產業分析及其他方法) 以強化相關能源產業政策研析能力。

三、『能源策略與資訊平台』

至於資料庫方面，未來規劃如下：

1. 彙整國內外能源相關之統計、政策及議題，擇要進行數據歸納及研析，以作為研究與決策之客觀參考。
2. 藉由簡析與邀稿，針對國內重大能源議題發表評論與建議，促進各界討論並加速社會共識之凝聚，期許成為國內產官學研與能源策略溝通平台。
3. 模擬公民諮議過程，瞭解推動程序與匯集社會意見方法，作為擬定相關策略之重要參考。

	103 年	104 年
預期進度與成果 (資訊平台)	1. 持續維護國內外重要報告與資料庫(因計畫總預算遭到縮減之故，103 年並無編列資料庫執行經費)	1. 強化資料內容與研究報告公開 2. 建構策略交流平台 3. 逐步完成對所外開放

玖、檢討與展望

本計畫執行至今已有兩年的時間，雖能順利達成預期目標，但期間對於國內所發生的諸多能源重大議題除積極參與核四公投一案外，其他如電價調整、電力市場自由化、離岸風機開發案等，受限於主客觀因素並未能將研究成果即時轉成具體策略建議並支援決策。

未來本研究團隊將逐步走向策略規劃研究與強化諮議職能。除積極投入將 MARKAL-ED 升級至更為靈活的 TIMES 模型以作為各類低碳能源技術之發展進程規劃及中長期國家能源規劃外，亦將繼續著重於技術經濟對相關技術的成本效益與外部成本比較，以逐步累積策略研析之能量，並逐期將相關本土化數據與研究成果經由能源資訊平台的建置對外公布，以提升國內政策研究品質，並提供政府及產業界作為擬訂能源政策、技術及產業推動之參考。預期達到以下績效：

1. 提出我國能源政策規劃建議：

- 國內各類能源與技術之合理比例。
- 全國各部門之最適減量目標。
- 提供後京都時代國際談判所需之量化資料與政策建議。

2. 提出我國能源技術產業化建議：

透過能源經濟模型研析能源技術之成本效益，包含減碳貢獻及產業化後之總體經濟效益，提出我國能源技術推廣策略及相關產業發展建議。

3. 建立核研所專業能力及形象：

- 藉由公務機構的自主性研究，強化模型及資料庫以作為政策溝通平台工具。
- 舉辦國際研討會，藉由成果發表及討論，促進國內外學術交流、加強溝通與合作並逐步建立核研所於國內外之能經策略專業形象。

由於能源議題牽涉甚廣且又影響深遠，為確保策略的完整與多元，面對未來的挑戰，本研究團隊除持續鼓勵專業人力的投入，亦將廣募跨領域人才的加入並與產官研各界加強交流合作，希望藉由群策群力，協助我國能源領域的研究與規劃開創另一番新局，並為國家奠定可長可久的發展基礎。

填表人： 葛復光 聯絡電話： (03) 471-1400 # 3427
傳真電話： (03) 471-1064 E-mail： fkko@iner.gov.tw

主管簽名： _____

附錄一、佐證資料表

(就下述指標填報佐證資料，若該指標無成果請刪除該表，標題粗體為必填欄位)

一、學術成就表

						採西元 年。 如： 2005	期刊名稱，卷 期，頁。 如：科學發展 月刊，409期， 頁6-15	a 表國內一般期刊 b 表國內重要期刊 c 表國外一般期刊 d 表國外重要期刊 e 表國內研討會 f 表國際研討會 g 著作專書	例如： SCI、 SSCI、 EI、 AHCI、 TSSCI		Y1:被 論文 引用 Y2:被 專利 引用 N:否	Y:有 獲獎 N:否	
年度	計畫名稱	中文題名	英文題名	第一作者	其他作者	發表 年度	論文出處	文獻類別代碼	重要 期刊 資料 庫簡 稱	SCI impact factor	引用 情形 代碼	獲 獎 情形 代 碼	獎 項 名 稱
102	我國能源 科技及產 業政策評 估能力建 置(2/4)	利用資料包 絡分析法進 行台灣火力 發電廠之環 境及技術效 率分析	Evaluation of the environmental and operational efficiencies of Taiwan's thermal power plants by data envelopment analysis.	劉家豪	林素貞、 陸喬克	2013	Aerosol and Air Quality Research	d	SCI	2.827	N	N	

102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	歐盟再生能源與再生能源 R&D 的整合關係	Renewable energy and renewable R&D in EU countries: A cointegration analysis.	卓金和	楊麗君、朱雲鵬、楊浩彥	2013	Asian Journal of Natural & Applied Sciences	c		0	N	N	
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	台灣太陽光電之政策目標、躉購費率和技術進程	Policy target, feed-in tariff, and technological progress of PV in Taiwan.	林晉勗	溫珮伶、馮君強、林師模、葛復光	2013	Energy Policy	d	SSCI	0	N	N	
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	利用台灣農業廢棄物生產纖維酒精之最適生產規劃及可行性分析	Feasibility and optimal production allocation of cellulosic ethanol from Taiwan's agricultural waste.	溫珮伶	馮君強、林晉勗、葛復光、林師模	2013	Applied Energy	d	SCI	0	N	N	
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	台灣碳捕獲與封存技術經濟評估	Techno-Economic Assessment of CCS in Taiwan.	葛復光	卓金和	2013	IAEE 國際研討會	f	IAEE	0	N	N	
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	排放權核配對能源密集產業碳風險	The Assessment of Emission Allocation on	曾盟峯	李堅明	2013	EAAERE 國際研討會	f	EAAERE	0	N	N	

	估能力建置(2/4)	影響評估	Carbon Risk Impact for Energy Intensive Industries in Taiwan.										
--	------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

二、培育人才表 (參與本計畫博碩士研究生基本資料)

			a 博士 b 碩士	a 培育 b 培訓				
年度	計畫名稱	姓名	學歷 代碼	屬性	連絡地址	電話	E-MAIL	備註 (就讀學校)
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	許 O 駿	a	b	-	-	-	-
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	馮 O 強	a	b	-	-	-	-
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	溫 O 伶	a	b	-	-	-	-
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	陳 O 慧	a	b	-	-	-	-
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	詹 O 婷	b	b	-	-	-	-

102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	張 O 棠	b	b	-	-	-	-
102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	黃 O 愷	b	b	-	-	-	-

三、智財資料表

			a 發明 專利 b 新型 新式樣 c 商標 d 著作 智財	a 中華民國 b 美國 c 歐洲 d 其他 (填國家 名稱)						採西元年 月 如： 2005/01	採西元年 月 如： 2005/01	a 申請 b 獲證 c 應用 d 移轉				
年度	計畫名稱	專利名 稱	專利類 別代碼	授予國家 代碼	申請日 期	獲准日 期	證書號 碼	發明人	專利權 人	有效期間 (起)	有效期間 (迄)	屬性	申請 人	應用對 象	移轉權利金 (仟元)	備註

四、技術報告表

			作者姓名間以半型分號「;」 隔開	採西元年 如：2005			
年度	計畫名稱	報告名稱	作者姓名	出版年	頁數	出版單位	備註

102	我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	MARKAL 彈性需求模型於不同進口能源價格下之情境分析	廖偉辰	2013	56	核能研究所	編號 INER-9979
-----	------------------------	------------------------------	-----	------	----	-------	-----------------

五、技術移轉表

			a 先期技術移轉 b 軟體授權 c 技術移轉 d 新技術/新品種 引進數			權利金(千元)			採西元年月 如：2005/01	採西元年月 如：2005/01			
						先期技術授權金	技術移轉授權金	合計					
年度	計畫名稱	技術名稱	類別代碼	授權單位	被授權廠商或機構	先期技術授權金	技術移轉授權金	合計	合約有效期間(起)	合約有效期間(迄)	移轉年度	國內/國外	備註

六、廠商投資表

					a 研發投資 b 生產投資					
年度	計畫名稱	廠商名稱	廠商統一編號	廠商地址	投資類別代碼	投資金額 (千元)	產品名稱	產值(千元)	移轉年度	備註

附錄二、佐證圖表

N/A

附錄三、102 年度期中審查意見回覆

核能研究所 102 年度科技計畫(期中)成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：我國能源科技及產業政策評估能力建置(2/4)	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1. 本計畫積極建立政策評估能力，已能與外界積極對話，並回應行政院副院長核四辦公室交辦相關事項，略見成效。	謝謝委員肯定與支持。
2. 在論文發表及報告撰寫方面也與預期成果相符。	謝謝委員肯定。
3. 所建構之能源資訊平台雖然號稱資料豐富，但缺能見度，請提供網址，並說明目前有哪些讀者？外界之評價如何？如何推廣應用？	目前資料庫內容仍在持續擴充中，並依計畫書規劃預計將於 8 月開始進行核研所內部試營運，供所內其他研究團隊參考使用並蒐集修改建議，作為改善參考，而正式對所外開放則安排於下年度計畫中實施。
4. 目前台灣的能源政策仍無法令人放心，能源安全有劣化的趨勢，能源議題還是很大的挑戰，希望本計畫未來對台灣能源政策之制定能有實質的影響。	本研究團隊將秉持既有的基礎上繼續努力，感謝委員肯定。

附錄四、102 年度期末審查意見回覆

核能研究所 102 年度科技計畫(期中)成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：我國能源科技及產業政策評估能力建置	
審查單位：核能研究所	
審查委員意見	回覆說明
本研究 102 年度重要成果豐碩，除了完成行政院副院長辦公室相關交辦事項，期間並於副院長辦公室向副院長進行三次內容說明與報告外，為強化各界交流與模型假設及參數的正確性，舉辦了一系列的專家會議，並發表眾多的報告和論文。	謝謝委員的肯定與支持。
本計畫之研發應以做為政府決策依據為目標，雖然目前受限於政府組織分工，核研所對於國家多項重大能源政策暫無適當的建議管道，目前只能提供原能會參考。希望於政府組織再造完成，進入經濟及能源部後能扮演好政策建議的智庫功能，建議工作內容應包括徵詢並分析相關單位之反應。	謝謝委員建議，後續將以舉辦專家會議等方式，加強與相關單位諮詢、聯繫與成果分享之工作。
資訊平台建置工作：目前資料蒐集部分完成(1)GRB、IEK、台經院資料蒐集，共蒐集約 1300 篇能源政策、各項再生能源、氣候變遷等相關報告；(2)蒐集國外 IEA、EIA、IPCC 等相關重要報告；(3)蒐集所內各技術團隊提供能源趨勢季報約 88 篇。並提供快速搜尋、資料轉寫、檔案下載、網站連結等便利服務。但資訊平台是否真正達到資訊分享，並擁有廣大的使用者，才是評估其成效的關鍵，希望能加強使用情況分析。	謝謝委員指教。能源資訊平台自 102 年 11 月開放所內使用至今，上線瀏覽人數約 550 人次，並繼續成長中。期間辦理線上問卷調查使用滿意度，統計結果指出使用者反應佳並提供相關建議，已依照使用者建議進行改進與修正。 但因 103 年經費刪減之故，已把對外網站架設開放時間延後，目前持續進行資料庫維護更新，將視未來實際需要，適時開放資訊平台為所外使用。未來會以網站型式開放至所外使用，網站版使用環境較現有之 EXCEL 版更加方便且友善，開放網站版後亦會繼續評估使用情況並加以分析。