

# 能源環境稅對總體經濟與電力需求之影響

張哲維<sup>1</sup> 游政哲<sup>1\*</sup> 陳冠堯<sup>1</sup> 楊晴雯<sup>2</sup>

## 摘要

我國已於104年6月15日三讀通過「溫室氣體減量及管理法」，除總量管制與排放交易機制外，該法同時明定應依二氧化碳當量，推動進口化石燃料之稅費機制，以因應氣候變遷，並落實中立原則，促進社會公益；其次應積極協助傳統產業節能減碳或轉型，發展綠色技術與綠色產業，創造新的就業機會與綠色經濟體制，並推動國家基礎建設之低碳綠色成長方案。過往運用經濟或財政工具來達成減量目標之研究，大多聚焦於相關稅制對我國經濟之衝擊，部分研究則分析稅收運用方式所能創造的雙紅利效果，然而這些研究大多關注於環境稅收運用於抵減其他扭曲性稅賦或社會安全捐，卻較少由綠色經濟發展角度，考慮環境稅收對於綠色能源發展及促進能源效率之助益。有鑑於此，本研究運用臺灣永續能源發展模型(Taiwan Sustainable Energy Development, TaiSEND)，評估課徵能源環境稅及稅收運用於節能投資，對總體經濟及能源需求之影響，以探討能源環境稅運用於節能投資是否有效減緩經濟衝擊，甚至產生雙紅利效果。評估結果顯示，即使在不考慮節電投資情況下，課徵能源稅本身即可產生節電成效，但相對付出的經濟代價亦相當可觀，能源稅之節電成本視電價調整幅度將分別為每度電2.07元與3.51元。若考慮能源稅收運用於節電投資補貼，則節電成本分別降低為1.57元與3.36元，GDP(國內生產毛額)損失可較單純課徵能源稅改善68億元。雖然第二重紅利可透過節電投資補貼產生，但仍不足以反轉能源稅對經濟之衝擊。

**關鍵詞：**能源環境稅、TaiSEND、雙重紅利、節能投資

## 1. 前言

現今社會，能源服務需求(Energy Service Demand)不論係在經濟發展或是生活品質維持，一直是不可或缺的要害之一。然而，隨著全球人口不斷上升，能源需求逐年成長，溫室氣體排放狀況亦更加惡化。根據IEA(International Energy Agency，國際能源總署)報告(International Energy Outlook, 2013)指出，2010-2040年間，推估全球的能源需求將上升56%；預期碳排放，在2040年時，將由2010年

312億公噸，上升至455億公噸。

近來因應聯合國氣候會議決議，全球已有諸多國家提出「自主減碳貢獻承諾」(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)，除設定減碳目標外，並研提眾多的減碳政策工具，包含能源環境稅、氣候變遷捐等以期達成減量目標。根據World Bank Group (2015)統計，到2015年為止，共有36個國家或地區採行碳訂價工具，預計到2017年將增加為38個，預估將涵蓋全球近13%的溫室氣體排放量。這些碳訂價工具包括排放交易(Emission Trading System,

<sup>1</sup>財團法人台灣綜合研究院 高級助理研究員

<sup>2</sup>財團法人台灣綜合研究院 研究員兼研究三所副所長

\*通訊作者，電話：02-88095688#567，E-mail: tadcg009@tri.org.tw

收到日期：2015年12月21日

修正日期：2016年03月31日

接受日期：2016年05月04日

ETS)、碳稅、區域性溫室氣體倡議(Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)等。

我國已於104年6月15日三讀通過「溫室氣體減量及管理法」，除總量管制與排放交易機制外，該法中第五條第三項明定：依二氧化碳當量，推動進口化石燃料之稅費機制，以因應氣候變遷，並落實中立原則，促進社會公益；第四項：積極協助傳統產業節能減碳或轉型，發展綠色技術與綠色產業，創造新的就業機會與綠色經濟體制，並推動國家基礎建設之低碳綠色成長方案。

過往運用經濟或財政工具來達成減量目標之研究，大多聚焦於相關稅制對我國經濟之衝擊(如游靜惠，1995；張素馨，1997；徐世勳等，1998；臺灣綜合研究院，2011)，部分研究則分析稅收運用方式所能創造的雙紅利效果(如Carraro *et al.*, 1996；黃宗煌與周婉玲，2010；Li and Zhang, 2012)。

影響雙重紅利的可能因素包括稅率結構之合理性、國家產業與能源結構、能源產品及勞動市場結構、消費者主觀心態、稅收的用途處置方式、評估雙重紅利的方法等均有密切關聯。多數探討雙紅利效果之研究，大多關注於環境稅收運用於抵減其他扭曲性稅賦或社會安全捐，卻較少由綠色經濟發展角度，考慮環境稅收對於綠色能源發展及促進能源效率之助益。

基於我國能源系統因屬於獨立型態，且能源供給約98%皆仰賴進口，隨著全球能源需求量增長，石化能源日益耗竭，初級能源價格波動充滿不確定性。在面對大環境諸多的風險因素下，綠色能源與節能技術運用成為穩定能源供需、降低溫室氣體排放同時達成綠色經濟發展的選項之一。

有鑑於此，本研究運用臺灣永續能源發展模型(Taiwan Sustainable Energy Development, TaiSEND)，評估課徵能源環境稅及稅收運用於節能投資，對總體經濟及能源需求之影響，以探討能源環境稅運用於節能投資是否能有效減

緩經濟衝擊，甚至產生雙紅利效果。

本研究規劃共分五部分章節架構如下：第一部分即為前言；第二部分彙整國內外能源環境稅制及做法；第三部分探討國內外能源相關模型之特性與功能，以說明本文分析議題適用之方法與可能成果；第四節則針對國內能源環境稅之運用方式，說明模擬情境設計邏輯並提出能源環境稅課徵後對經濟與能源需求之影響，以及稅收運用於節能投資後，可能帶來的對經濟與能源消費的正面貢獻；最後則為本文結論。

## 2. 能源環境稅制

### 2.1 國外能源環境稅制

為達成自主減碳目標以因應全球暖化、氣候變遷等人類生存環境問題，藉此，先進國家與排碳大國為此付出心力，積極投入推出兼顧節能減碳、永續環境經營、符合經濟效益的整合性政策工具，並期待綠色租稅能同時達到外部成本內部化、減輕其他稅收負擔、促進就業，在租稅中立前提下，透過稅收指定用途方式，確保政策目的得以實現並達到雙重紅利效果。

歐洲國家開始課徵能源稅、碳稅的時間甚早，其稅制可分兩大類別，一種是能源稅與碳稅分別課徵；另一種是在既有能源稅下，增加含碳量為基準的稅額，並不另外增加稅目。德國、英國、法國及義大利是歐盟環境稅收較高的國家，佔歐盟環境稅總額比例超過六成。

以英國為例，政府於過去京都議定書及歐盟責任分配協議起，即不斷推出減碳量目標與節能減碳政策及能源稅制，展現對抗氣候變遷之決心，更於2000年的「英國氣候變遷計畫」，涵蓋氣候變遷捐、碳信託等措施，從2013年推動能源相關稅制如氣候變遷協議費、能源效率機制，主要目的在於減少能源使用量及增加政府財政稅收。至於稅收用途為補助受

規範之廠商勞工負擔的社會安全捐與福利支出並成立「碳信託基金」協助新能源開發、補助企業減碳與降低成本等。

德國則自1999年的綠色改革計畫開始，除了提高無鉛汽油、柴油及電力等的能源稅額，也對不同用途的燃料課以不同稅額，使環境稅更能達到綠色稅制的用意。若企業願意簽訂能源使用效率或節能協定，就適用於較低稅額或免稅的優惠。在考量產業競爭力和民生問題後，訂定出許多配套措施(如：交通用油的稅額高於暖氣用油，有鉛汽油的稅額高於無鉛汽油，或再生能源使用免課環境稅)，使綠色稅制改革愈趨完備。

法國在90年代開始推行環境稅，但溫室氣體排放相關的環境稅真正獲得重視則是到90年代末，並對能源密集產業課以較高稅額，而長途運輸部門則給予租稅減免。目前法國相關環境稅有：天然氣稅、對柴油等能源課徵的能源稅、汽油煉製費以及高排放車輛的車輛稅等。

## 2.2 我國能源環境稅制

回顧國內，我國節能減碳相關法案，包含(1)能源稅條例(草案)；(2)溫室氣體減量及管理法；(3)能源管理法；(4)再生能源發展條例等。

能源稅條例(草案)自2006年「臺灣經濟永續發展會議」中提倡開徵能源稅起，至今各部會及專家學者對於課徵能源稅看法分歧，所提能源稅已有諸多版本。綜整各版本之立法目的包括「節約能源」、「降低溫室氣體排放」、「穩定能源供應」、「開發替代能源及建構永續發展之社會」、「稅制合理化，增強國際競爭力」等，2006年送行政院版能源稅條例(草案)基於使用者付費原則，以能源為課稅標的，以能源使用量為稅基，將能源含碳量納入費率考量，同時取消部分貨物稅課稅項目以避免重複課稅，並秉持「財政中立」原則推動稅費制度改革。至2011年財政部「能源稅制研議方向」，則以加徵反映環境外部成本之碳稅進行研議，提出整併現行貨物稅並加徵定額碳稅，

於適當時機再整併汽燃費。

方於2015年6月15日經立法院三讀通過之溫室氣體減量及管理法為奠定我國管理全國溫室氣體排放之法制基礎，對內可創造綠色就業機會、發展綠色經濟，並於維護產業國際競爭力前提下，研擬總量管制與排放交易推動期程，協助國內排放源以「成本有效」方式進行溫室氣體減量。除總量管制與排放交易機制外，該法中第五條第三項明定：依二氧化碳當量，推動進口化石燃料之稅費機制，以因應氣候變遷，並落實中立原則，促進社會公益；第四項：積極協助傳統產業節能減碳或轉型，發展綠色技術與綠色產業，創造新的就業機會與綠色經濟體制，並推動國家基礎建設之低碳綠色成長方案。

「能源管理法」修正案則於民國98年7月8日三讀通過，規定能源產品和車輛須符合效率容許標準以及標示效率資訊，且特定能源用戶須遵守節能規定，另外，大型能源用戶須經先期管理。此次修法兼具建立能源效率的「市場性」、「全面性」、「預防性」三項重要意義。

「再生能源發展條例」係為推廣再生能源利用、促進能源多元化，並協助溫室氣體減量，立法院於民國98年6月12日三讀通過。明定政府可運用收購機制、獎勵示範及法令鬆綁等方式，提高開發再生能源誘因，再生能源種類則包括太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力及廢棄物等直接利用或經處理所產生的能源。

由上述法令之規範，顯見由能資源使用、能源效率、溫室氣體減量與再生能源發展等角度，分頭並進，逐步朝節能減碳目標前進。而達成前述多元目標的政策工具，則包括能源稅、碳稅、排放交易、再生能源收購、設備補貼獎勵等多元措施。基於稅收中立即雙紅利創造之目的，本研究擬設計能源稅收運用於節能技術補貼之情境，以探討能源環境稅之經濟影響。



## 2.3 能源環境稅之雙重紅利

政策工具的運用可能產生包括環境、能源、就業等多重面向之效果，即所謂課徵稅費改善能源使用率、減緩經濟衝擊影響進而保護環境，最終利用其稅收收入，改善資本、勞動等正效果，即稱之為「雙紅利效果」。

文獻上對於雙重紅利之定義略有差異，例如Bovenberg and de Mooij (1994)提出雙紅利效果存在與否，因視收入循環效果(Revenue Recycling Effect, RRE)及交互效果(Tax Interaction Effect, RIF)之淨效果情形而定，如兩者淨效果為正，則雙紅利效果存在。Goulder (1995)則提出弱式(weak form)與強式(strong form)之定義。前者為第一、二重紅利之總和加總為正值即可；後者則須兩方皆為正值方可成立。黃宗煌與周婉玲(2010)指出，雙重紅利來源可分為：第一重紅利，係透過政策工具如能源稅課徵，促使業者將外部成本內生化，以降低環境汙染；第二重紅利：運用課徵稅賦，抵減扭曲性租稅(distortionary tax)或挪供其他用途，希冀增進資源配置的經濟效率與整體社會福利則稱之第二重紅利。

文獻上，第一重紅利大多可達成污染或排放減量之目的，至於第二重紅利則意見分歧，會因為稅率結構之合理性、國家產業與能源結構、能源產品及勞動市場結構、消費者主觀心態、稅收的用途處置方式、評估雙重紅利的方法等諸多因素而使效果產生差異。曹添旺等(2012)即指出能源稅提升就業雙重紅利效果的要件即包括消費者的主觀心態、經濟景氣、資稅結構與生產技術等。

Carraro *et al.* (1996)曾就環境政策、經濟成長與就業市場之間的互動關係探討，研究結果發現污染減量與就業提升目標可同時達成。歐盟及其會員國亦曾就歐洲實施碳稅至2010年，模擬稅收用來降低勞動者的社會安全捐，研究結果顯示：唯有在短期將碳稅循環使用才會產生就業雙紅利效果。

臺綜院(2011)利用TAIGEM-III (Taiwan General Equilibrium Model)模擬分析能源稅與碳稅對總體經濟GDP影響，課徵能源稅的衝擊大於碳稅。至於課稅對於所得福利影響，則是初期中高所得階層分配改善；但當中後期產業開始調整降低勞動僱用時，中低所得階層損害將逐步擴大。

多數探討雙紅利效果之研究，大多關注於環境稅收運用於抵減其他扭曲性稅賦或社會安全捐，卻較少由綠色經濟發展角度，考慮環境稅收對於綠色能源發展及促進能源效率之助益。既然國內外能源相關法規或環境稅制皆充分考慮節能與潔淨技術的發展，本研究擬就「能源環境稅收運用於節能技術投資」議題進行評估。以下說明本研究採用之研究方式。

## 3. 研究方法

### 3.1 能源模型類別

能源議題涉略廣泛，例如能源供應短缺之衝擊評估、能源效率對經濟或環境影響、能源政策(如碳稅)對經濟或環境之衝擊、再生能源規劃評估、能源政策(如碳稅)對再生能源技術發展之影響等。

鑒於氣候變遷與節能減碳議題持續受到關注，整合能源、經濟與環境之3E體系與技術間之交互作用關係的模型在國內外廣泛的被運用，大致可分為「由上而下」(top-down)與「由下而上」(bottom-up)兩類。

而國內主要的溫室氣體減量評估模型包括中研院梁啟源教授的DGEMT (Dynamic Generalized Equilibrium Model of Taiwan)模型、工研院能資所與核能研究所皆有發展的MARKAL (MARKet ALlocation)與TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System)、臺灣綜合研究院的TAIGEM-2015、TaiSEND、ISOSEP (Integrated System Of Strategic Energy Policy) 等模型、以及若干涵蓋我國在內的外國模型，例

如GTAP-E (The Energy Environmental Extension of the Global Trade Analysis Project Model)、AIM (Asia-Pacific Integrated Model)等。

其中MARKAL、TIMES、AIM等模型包含細緻的能源技術，無論在資料或模型設計上皆以工程概念進行設定，但也因為考慮到非常細緻的技術特性，必須適度簡化總體經濟的設定，所以通常會直接將能源服務需求、能源相對價格、經濟成長、人口成長、產業結構、產業成長以及價格等因素視為外生給定，因此不但無法評估因某一技術被廣泛使用後的價格效果(price effect)，也容易忽略經濟體系內部部門間的相互回饋效果。於是，由下而上的MARKAL模型就在這種前提下開始與由上而下模型進行整合，最常見的整合方式為發展一組簡單的總體經濟模型，如MESSAGE-MACRO (The Model for Energy Supply Systems Alternative)與MARKAL-MACRO (The Market Allocation of Technologies Model)，但因為在總體經濟模型中的設定過於加總簡化，分析部門間互動時仍難免有捉襟見肘的問題。

另一方面，DGEMT、TAIGEM-2015、TaiSEND、GTAP-E則屬於由上而下的可計算一般均衡模型，能夠為3E的交互作用提供一組一致性的總體經濟分析架構，可充分刻劃經濟體系內個體行為與相互影響，並可呈現國內部門間與國家間貿易的互動，但此類模型通常無法納入詳細的技術設定，於是必須藉重由下而上的工程製程分析模型來補足這部分的缺憾。因此，不論由工程模型或是可計算一般均衡模型出發，由上而下與由下而上兩類模型進行互補，是整合評估裡最常被使用的分析方式。

國內亦有運用其他方法進行污染或溫室氣體議題評估之研究，包括：多目標規劃法(如張四立，2008；臺灣綜合研究院，2006；黃軒亮，2009；蕭再安，1993；林裕文，1994；施勵行等，1995；楊浩彥，1995；張四立等，1995)、經濟評估模型(如林素貞和張翊峰，1995的投入產出模型)、計量經濟模型(如臺經

院，1994；羅紀瓊，1995)、系統動力學等。

鑒於能源環境稅議題牽涉經濟活動、能源消費、能源技術等多元因素，故本研究採用單國動態CGE (Computable General Equilibrium)模型，即TaiSEND模型進行評估，並運用工業技術研究院邊際減量成本資料，計算給定投資金額下之節能效果，運用此資訊反推達成該節能效果與投資規模下，總體經濟之變化，以探究課徵能源稅前後對GDP影響性及課徵能源稅，將稅收轉而補助節能投資，是否產生雙重紅利效果。

以下介紹本研究TaiSEND模型模型，如模型評估之議題類型、模型重要參數設定。

## 3.2 TaiSEND模型簡介

「臺灣永續能源發展模型(Taiwan Sustainable Energy Development, TaiSEND)」為一單國動態CGE模型，具有完整的國內能源價格體系，可清楚說明國際能源供需或價格變化，如何影響國內能源價格，同時考慮發電技術裝置容量發展潛力，顯示臺灣能源資源的有限性，及供電可靠度對臺灣能源安全的重要性。從模型適用議題來看，TaiSEND模型更可以配合國家能源政策評估國內能源政策、產業政策、溫室氣體減量政策對總體經濟之影響。

圖1說明TaiSEND模型整體架構。為因應逐漸增加的議題評估需求，TaiSEND除持續強化模型本身功能外，更視議題特性不斷擴充整合評估之子模組，重要功能包括：(1)將家計部門依所得高低區分為五類，用以分析所得差異對能源負擔比例(能源支出占可支配所得比例)之影響；(2)為強化發電技術之限制與特性，建立電力部門子模組，在追求電力部門淨現值最大的前提下，分析滿足用電需求之發電技術最適投資時點；(3)為強化經濟發展趨勢推估功能，利用時間序列模型建立經濟與產業成長預測模組；(4)為了分析國際能源市場變化，利用普渡大學所開發的多國動態CGE模型GDyn (Dynamic GTAP Model)進行評估，並進一步與

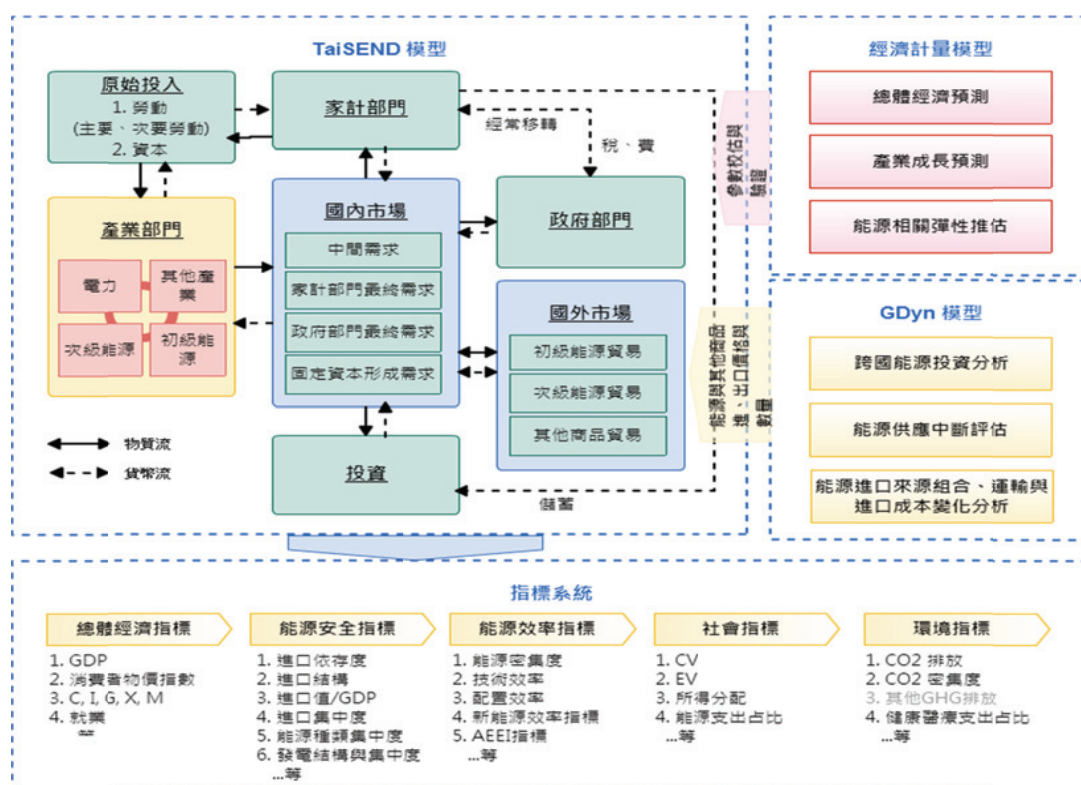


圖1 TaiSEND模型架構圖

TaiSEND整合；(5)最終為了政策分析與決策所需，建構指標系統，將歷史資料及模型推估結果，透過指標的計算，呈現經濟面、環境面、能源面以及社會面的變化。

為能充分掌握能源供應與需求之間的關聯，TaiSEND模型將能源部門分類為初級能源(含原油、天然氣)，次級能源包括石油煉製品(含汽油、柴油、航空用油、燃料油、其他石油煉製品)、煤與煤製品、電力以及氣體燃料供應等。能源使用者除了66個產業別外，尚包括家計部門及政府部門。

### 3.3 模型重要參數設定

由於任何政策評估皆需要一組未施行政策之參考基準作為政策施行後之差異比較，因此參考情境中模型重要參數設定成為決定比較基準的重要假設，以下茲分項說明模型參數設定方式。

#### (1) 人口數

參酌國發會公告之中華民國人口推計2014

年至2061年(民國103至150年)數據-中推計，為TaiSEND模型人口成長設定數值。

#### (2) 國際能源價格

依據美國能源部Annual Energy Outlook 2015(採用參考情境)，國際能源總署(IEA)的World Energy Outlook 2014(採用新政策情境)所預估的未來能源價格。

#### (3) 核能發電規劃

核四不商轉，核一、核二及核三廠等六部機則如期除役。

#### (4) 經濟驅動因素

基準情境中，社經條件趨勢假設依循歷史軌跡進展，為確保模型參數能使模型求解之重要經濟變數與歷史趨勢吻合，故總體經濟成長、經濟與產業結構皆與近期趨勢相似。總體經濟成長推估結果如圖2所示，2035年我國GDP成長率約為1.21%，2014-2025年年均經濟成長率約為1.75%，2014-2035年年均成長率約1.57%。

#### (5) 發電技術裝置容量



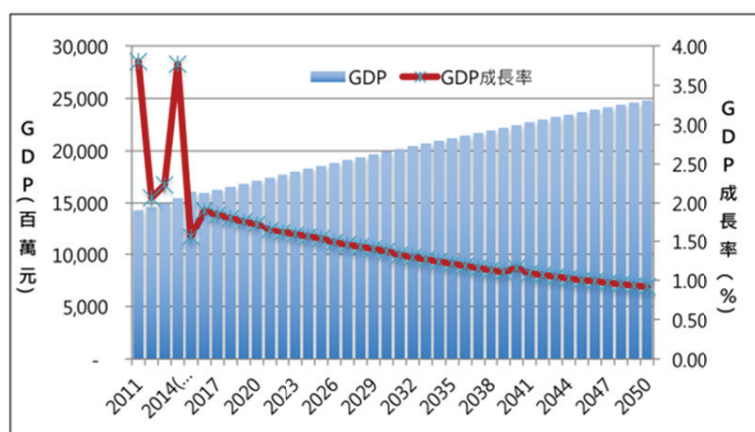


圖2 我國經濟成長率推估結果：參考情境

參考台電2015年公布之電源開發方案設定參考情境中各技術裝置容量開發上限值。

總體經濟與總用電需求之影響。以下詳細說明各情境之設定。

## 4. 能源環境稅及稅收運用之影響評估

為分別探討能源稅與稅收運用對經濟及能源使用(本文以用電需求為主)之影響，政策情境採兩階段設計。首先僅考慮課徵能源稅之影響，不涉及稅收如何運用之稅收中立性議題；其次則是在稅收中立的前提之下，評估將能源稅收全額運用於補貼節電投資所造成的經濟與節電效果，要加以說明的是，由於本研究考量的是能源稅收全數運用於節電投資的補貼，故以下於情境說明中所論及之節能投資金額即為政府的補貼額度，同時亦為能源稅收之額度。

能源稅部分依循財政部2011年能源稅研議方向，本研究假設以能源為課稅標的，以能源供應者或進口商為課徵對象，採從量課徵，並且依能源含碳量計算碳稅稅額併入能源稅額中；碳稅稅額則進一步與電價情境設計為三項稅額情境；節能投資補貼部分，依據能源稅課徵後，電價調漲幅度，透過工研院邊際減量成本資料，決定具進入市場利基之節電技術及其所需之投資金額，再由TaiSEND模擬同時在能源稅課徵、稅收用於投資節電設備以及採用該節電設備後可產生之節電效果等情境下，對於

### 4.1 情境設計

#### (1) 「課徵能源稅」情境

A. 考慮能源稅課徵，除油氣類貨物稅稅額外，加計碳稅稅額每公噸二氧化碳500元。自2016年後因課徵能源稅使電力與電燈電價每度增加0.33元，至2030年電力電價將較2014年增加11.74%，電燈電價較2014年增加11.22%。

B. 考慮能源稅課徵，除油氣類貨物稅稅額外，加計消費與生產用能源之碳稅稅額分別為每公噸二氧化碳400元與140元。自2016年後因課徵能源稅使電力與電燈電價每度增加0.09元，至2030年電力電價將較2014年增加3.2%，電燈電價較2014年增加3.06%。

C. 考慮能源稅課徵，除油氣類貨物稅稅額外，加計碳稅稅額每公噸二氧化碳500元，同時電價調漲50%。自2016年後電力與電燈電價逐年增加，至2030年電力電價將較2014年增加61.74%，電燈電價較2014年增加61.22%。

#### (2) 「課徵能源稅且能源稅稅收運用於補貼節電設備投資」情境

A. 考慮能源稅課徵，稅額情境與(1)-A相

同。同時補貼節電設備投資，2016至2030年累計投資金額1,506億元，投資金額於各部門之分配見表1。

B. 考慮能源稅課徵，稅額情境與(1)-B相同。同時補貼節電設備投資，2016至2030年累計投資金額1,506億元，投資金額於各部門之分配見表1。

C. 考慮能源稅課徵，稅額及電價情境與(1)-C相同。同時補貼節電設備投資，2016至2030年累計投資金額3,643億元，投資金額於各部門之分配見表1。

## 4.2 能源稅影響途徑

能源稅透過能源價格體系，影響產業生產成本、消費者物價、能源需求量乃至間接影響所得、就業、以及經濟表現。而能源稅收的運用，將產生第二重傳遞效果，圖3說明能源稅如何透過TaiSEND模型系統，影響整體經濟表

現。

傳遞過程共分為三大部分，首先因能源稅(碳稅)課徵導致能源價格與電價上漲，一方面增加產業生產成本，另方面造成消費者物價上漲壓力，前者造成產業生產萎縮，間接導致對勞動、資本需求減少，出口競爭力衰退，消費者所得下降，後者造成消費者需求縮減，綜合上述因素導致國家經濟成長萎縮。

其次，隨著電價高漲，成本較電價低之節電技術具誘因進入市場，促使產業與家計單位進行自發性節電投資，進而緩和電價上漲與能源稅課徵造成之直接衝擊。

此時，若政府利用部分能源稅稅收，補貼產業與家計單位進行節電投資(政策誘發之節電投資)，則可促進綠色投資增加，產生投資結構綠化的效果，並藉由設備投資帶動節能設備產業，增加綠色就業，緩和電價上漲與能源稅課徵帶來的直接衝擊。

表1 節電投資金額分配

部門	情境2-(A)		情境2-(B)		情境2-(C)	
	節電效益(億度)	累計淨投資額(億元)	節電效益(億度)	累計淨投資額(億元)	節電效益(億度)	累計淨投資額(億元)
服務業	129.98	182.99	129.98	182.99	134.24	272.56
住宅	75.65	900.50	75.65	900.50	108.61	2,064.92
水泥	4.80	3.15	4.80	3.15	4.80	3.15
其他工業	101.52	419.71	101.52	419.71	197.43	1,302.00

資料來源：工業技術研究院MACC資料庫計算。

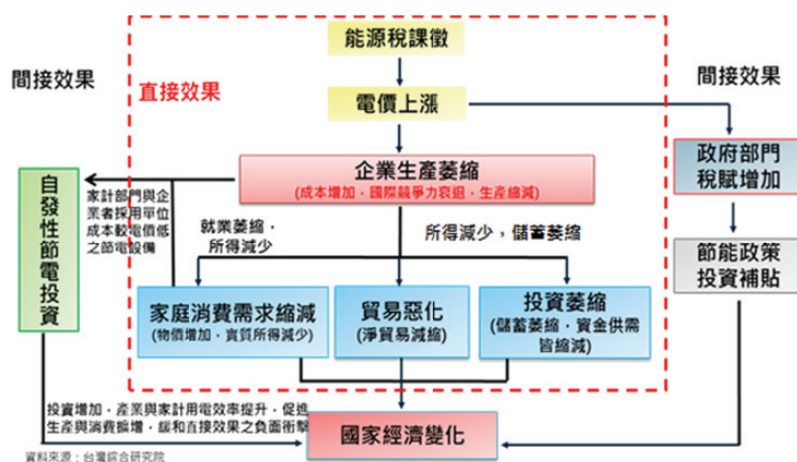


圖3 課徵能源稅對經濟與節能效果途徑



因此透過課徵能源稅情境與補貼節電投資情境之比較，即可獲知節電投資帶來的正向效果。

### 4.3 模擬結果

本研究評估結果，即使在不考慮節電投資情況下，課徵能源稅本身即可產生節電成效，表2說明在情境1-(A)之能源稅稅額下，2016至2030年平均每年全國總節電量約為142億度(4.69%)，若搭配電價調漲50%，則可節電476億度(15.70%)，換言之，課徵能源稅，確實可達到雙紅利第一層之功效。由於工業部門用電量佔全國用電60%以上，故上述節電貢獻主要來自工業部門。

若再考慮節電投資補貼，則平均每年全國總節電量可由情境1-(A)之4.69%提高到2-(A)之4.75%，節電投資補貼措施之淨節電量約為1.8億度，此結果與表1之設備節電效益具有落差，主要原因來自於「反彈效果(rebound effect)」。

一般而言，當政府提出相關的節能措施

後，都會預期能耗降低至一定水準；但是，早在1865年，英國經濟學家Jevons就曾指出，使用能源效率較高的生產器具並未能降低能源的消費，反而會增加對能源使用量。在一些具有較高能源效率的產品出現後，起初會降低能源的消費，但往往因為效率的提升導致能源使用的單位成本下降，致使能源的使用量未能如預期減少，甚至有不減反增的現象。在學術上，此效果則稱之為「反彈效果(Rebound Effect)」。而反彈效果可再細分為三部分：直接反彈效果(Direct rebound effect)是指消費者並沒有因能源使用效率提高，而促使能耗降低幅度達到預期水準；間接反彈效果(Indirect rebound effect)則是消費者將因使用高能效產品所節省下來的金錢，轉而去做其他更消耗能源的活動；市場反彈效果(Economy wide rebound effect)的定義是能源需求的減少會導致能源價格的下降，終究導致整個經濟體對能源消費量的上升。

文獻上關於節能技術所造成之反彈效

表2 課徵能源稅之產業節電量

單位：百萬度、%

	農業	工業	服務業	住宅	全國節電量
1-(A) 能源稅內含每公噸500元碳稅	-16 (-0.48)	-10,928 (-5.84)	-935 (-1.49)	-2,355 (-4.69)	-14,235 (-4.69)
1-(B) 能源稅內含每公噸400元(消費 用)與140元(生產用)碳稅	-5 (-0.15)	-3,387 (-1.81)	-377 (-0.60)	-748 (-1.49)	-4,517 (-1.49)
1-(C) 能源稅內含每公噸500元碳 稅，同時調漲電價50%	-408 (-11.97)	-31,100 (-16.62)	-8,254 (-13.15)	-7,884 (-15.70)	-47,646 (-15.70)
2-(A) 能源稅內含每公噸500元碳 稅，同時補貼節電投資累計 1,506億元	-16 (-0.48)	-11,059 (-5.91)	-954 (-1.52)	-2,385 (-4.75)	-14,415 (-4.75)
2-(B) 能源稅內含每公噸400元(消費 用)與140元(生產用)碳稅，同 時補貼節電投資累計1,506億元	-5 (-0.14)	-3,518 (-1.88)	-395 (-0.63)	-778 (-1.55)	-4,697 (-1.55)
2-(C) 能源稅內含每公噸500元碳 稅，同時調漲電價50%，同時 補貼節電投資累計3,643億元	-408 (-11.98)	-31,108 (-16.62)	-8,267 (-13.17)	-7,888 (-15.71)	-47,671 (-15.71)

註：(1) 表中節電量為2016至2030年均量。

(2) 工業包含能源部門自用、礦業、自來水供應業以及營造業；服務業包含運輸業。

(3) 括號中數字為百分比變動。

資料來源：本研究結果。

果的估算為數不少，且估算結果差異頗大，Dimitropoulos (2007)彙整相關文獻得出其值由15%至350%不等，本文關注於反彈效果較強的部分。首先，Sorrell (2007a)的報告表示，在節能技術用於能源密集性產業時，反彈效果的幅度常常會超過50%，且到了長期時，能源的消耗可能是增加的；其次，Sorrell (2007b)彙整各國的研究報告，由其中可發現除了開發中國家如肯亞或中國，其反彈效果超過100%之外，已開發國家之挪威，其用電效率的提升也會造成超過100%的反彈效果；第三，Hanley (2005)發現在蘇格蘭的反彈效果也高達120%；第四，Saunders (2010)則是估算出美國在短期的反彈效果超過100%，而到長期也仍有62%；最後，Roy (2000)發現印度以太陽能照明取代煤油燈，煤油消費需求的反彈效果也高達50%至80%之間。

前述之表1是在用電需求不變的情況下，導入節電設備可產生之節電量，故並未衡量到反彈效果的部分；而表2的模擬結果則是在導入節電設備使得用電效率提高的情況下，由於各

產業之生產成本下降，導致產量增加，進而造成用電需求反而增加的現象。本研究之模擬結果正因為考量了此種反彈效果，最終導致淨節電量與設備設計電量不同。

雖然課徵能源稅帶來明顯的節電成效，但相對付出的經濟代價亦相當可觀，表3說明情境1-(A)對2016至2030年實質GDP之影響年均約減少294億元(0.13%)，由於對工業部門衝擊較大，故GDP的減少主要來自於出口的萎縮。若搭配電價調漲50%，則加劇GDP損失至1,671億元(0.74%)，換算能源稅之節電成本將分別為每度電2.07元與3.51元。

若再考慮節電投資補貼，則情境2-(A)於2016至2030年實質GDP之影響年均約減少226億元(0.10%)，情境2-(C)則減少1,604億元(0.71%)，較情境1-(C)改善約68億元，顯見節電投資補貼之第二重紅利雖然存在，但仍不足以反轉課徵能源稅對經濟造成的衝擊。此時節電成本分別降低為1.57元與3.36元。

由於本文僅針對節電投資因節電對總體經濟產生之直接影響進行評估，尚未考慮其他

表3 課徵能源稅之經濟衝擊

單位：百萬元、%

	GDP	民間消費	投資	出口	進口
1-(A) 能源稅內含每公噸500元碳稅	-29,363 (-0.13)	-7,182 (-0.05)	-5,943 (-0.12)	-19,968 (-0.13)	-2,418 (-0.02)
1-(B) 能源稅內含每公噸400元(消費)與140元(生產)碳稅	-4,517 (-0.02)	-1,436 (-0.01)	991 (0.02)	-4,608 (-0.03)	1,209 (0.01)
1-(C) 能源稅內含每公噸500元碳稅，同時調漲電價50%	-167,142 (-0.74)	-30,165 (-0.21)	-43,585 (-0.88)	-115,198 (-0.75)	-16,926 (-0.14)
2-(A) 能源稅內含每公噸500元碳稅，同時補貼節電投資累計1,506億元	-22,587 (-0.10)	-5,746 (-0.04)	991 (0.02)	-19,968 (-0.13)	1,209 (0.01)
2-(B) 能源稅內含每公噸400元(消費)與140元(生產)碳稅，同時補貼節電投資累計1,506億元	2,259 (0.01)	3 (0.00)	10,401 (0.21)	-4,608 (-0.03)	4,836 (0.04)
2-(C) 能源稅內含每公噸500元碳稅，同時調漲電價50%，同時補貼節電投資累計3,643億元	-160,366 (-0.71)	-28,728 (-0.20)	-34,174 (-0.69)	-116,734 (-0.76)	-14,508 (-0.12)

註：(1) 表中經濟影響為2016至2030年均量。

(2) 括號中數字為百分比變動。

資料來源：本研究結果。

間接影響，例如因節電而避免缺電帶來的經濟損失、因節電減少溫室氣體及空氣污染排放所產生的健康附屬效益以及可避免之氣候變遷損害，所以更全面性的社會經濟面影響仍待後續進一步分析。

## 5. 結 論

近來因應聯合國氣候會議決議，全球已有諸多國家提出「自主減碳貢獻承諾」(INDCs)，我國亦於104年6月15日三讀通過「溫室氣體減量及管理法」，除總量管制與排放交易機制外，也明定依二氧化碳當量，推動進口化石燃料之稅費機制，以因應氣候變遷，並落實中立原則，促進社會公益。但綜觀過往之研究，大多關注於環境稅收運用於抵減其他扭曲性稅賦或社會安全損，卻較少由綠色經濟發展角度，考慮環境稅收對於綠色能源發展及促進能源效率之助益。

有鑑於此，本研究運用臺灣永續能源發展模型(Taiwan Sustainable Energy Development, TaiSEND)，評估課徵能源環境稅及稅收運用於節能投資，對總體經濟及能源需求之影響，以探討能源環境稅運用於節能投資是否能有效減緩經濟衝擊，甚至產生雙紅利效果。

評估結果顯示，即使在不考慮節電投資情況下，課徵能源稅本身即可產生節電成效，但相對付出的經濟代價亦相當可觀，能源稅之節電成本視電價調整幅度將分別為每度電2.07元與3.51元。

若考慮能源稅收運用於節電投資補貼，則節電成本分別降低為1.57元與3.36元，GDP損失可較單純課徵能源稅改善68億元。雖然第二重紅利可透過節電投資補貼產生，但仍不足以反轉能源稅對經濟之衝擊。

此外，反彈效果(rebound effect)使節電設備導入之節電成效不如設備設計節電量理想。因此，當政府導入能源稅作為因應氣候變遷之策略時，如何進一步檢視反彈效果帶來的用電需

求增加，設計合理的配套措施為後續研究重點方向，例如除了補貼節電投資之外，也考量針對各產業之用電量或是溫室氣體排放量直接進行管制、依據產業用電量之不同採取差別能源稅率以及透過節能教育加強消費者對於節能企業的認同等，都可作為輔助政策工具。

最後，任何研究方法均有其限制，故引用本文之評估結果仍須謹慎。首先，本文假定電力需求之價格彈性固定，所以在電價變動幅度較大時，結果有可能會產生一定程度的失真；其次，本文假定電力市場為完全競爭市場，因課徵碳稅所反映之電價變化係由電力供需共同決定，而當前電價調整雖較過去富有彈性，但電價公式所決定之電價並非反映市場價格，因此，對於我國未來將進行之電業自由化的相關議題，仍有待後續研究作更進一步的探討；由於本文僅針對節電投資因節電對總體經濟產生之直接影響進行評估，尚未考慮其他間接影響，例如因節電而避免缺電帶來的經濟損失、因節電減少溫室氣體及空氣污染排放所產生的健康附屬效益以及可避免之氣候變遷損害，所以更全面性的社會經濟面影響仍待後續進一步分析；最後，本文未特別針對碳洩漏問題進行設定，換言之在我國受到碳稅管制之廠商，可選擇減產、關廠甚至出走國外的方式來因應成本的增加，若未來國際氣候變遷協議進行碳洩漏管制，則須進一步修正設定。

## 參考文獻

- 林素貞與張翊峰，1995。以投入產出分析產業能源耗用與污染排放量之關聯性-以1991年臺灣地區為例，能源季刊，第二十五卷，第四期，頁52-74。
- 林裕文，1994。二氧化碳排放限制下我國產業與能源使用因應策略-多目標規劃應用，國立成功大學資源工程研究所碩士論文。
- 施勵行、吳榮華、林裕文，1995。二氧化碳限量排放下之能源策略與產業發展，能源季



- 刊，第二十五卷，第二期，頁5-24。
- 徐世勳、李秉正、黃宗煌，1998。溫室氣體減量之經濟影響評估研討會論文集，行政院環境保護署。
- 張四立等，1995。我國能源、環境、與經濟發展互動關係之研究。經濟部能源委員會。臺北。
- 張四立，2008。電力結構調整對臺灣因應溫室氣體減量效果評估，糧食、能源及碳權市場發展之政策整合與創新高層論壇。
- 張素馨，1997。課徵國際碳稅之一般均衡分析，國立臺灣大學農業經濟研究所碩士論文。
- 曹添旺、吳家瑋、陳顥文，2012。能源稅、所得稅與雙重紅利效果，經濟論文叢刊40：4，頁461-480。
- 游靜惠，1995。全球溫室效應防治政策對臺灣之經濟影響評估，私立淡江大學產業經濟學系碩士論文。
- 黃宗煌、周婉玲，2010。時間配置、健康支出與綠色租稅改革」，經濟論文38(1)，頁85-118。
- 黃軒亮，2009。結合多目標規劃與系統動態方法評估我國電力部門追求國家3E目標發展之影響研究，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文，臺北市。
- 楊浩彥，1995。臺灣經濟、環境、能源多目標規劃之研究，中興大學經濟研究所未發表之博士論文。
- 臺經院，1994。抑制二氧化碳排放課徵碳稅之可行性研究，經濟部能委會，臺北。
- 臺灣綜合研究院，2006。溫室氣體減量政策對能源政策之影響及因應對策，行政院經濟建設委員會。
- 臺灣綜合研究院，2011。綠色能源產業發展與總體社會經濟關係之研究，經濟部能源局委辦計畫執行報告。
- 蕭再安，1993。因應二氧化碳之限制臺灣電力供應結構之研究，臺灣經濟研究院，臺北。
- 羅紀瓊，1995。追蹤二氧化碳排放的能源模型，能源季刊，第二十五卷，第三期，頁76-98。
- Bovenberg, A. L. and R. A. de Mooij, 1994, Environmental Levies and Distortionary Taxation, *American Economic Review* 84: 1085-9.
- Carraro, C., M. Galeotti and M. Gallo, 1996, Environmental Taxation and Unemployment: Some Evidence on the “Double Dividend Hypothesis” in Europe, *Journal of Public Economics* 62: 141-81.
- Dimitropoulos, John, 2007, Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge, 65(3), *Energy Policy* 35: 6354-6363.
- Goulder, Lawrence H., 1995, Environmental taxation and the double dividend: A reader's guide, *International Tax and Public Finance*, August 1995, Volume 2, Issue 2, pp 157-183.
- Hanley, N., P. G. McGregor, J. K. Swales, and K. Turner, 2005, Do increases in resource productivity improve environmental quality? Theory and evidence on rebound and backfire effects from an energy-economy-environment regional computable general equilibrium model of Scotland, Department of Economics, University of Strathclyde, Strathclyde.
- IEA, 2013, *International Energy Outlook*.
- IEA, 2014, *International Energy Outlook*.
- Li Ji-Feng and Zhang Ya-Xiong, 2012, A Quantitative Analysis on Economic Impact of Potential Green Barrier of International Trade for China: Case Study of Carbon Tariff with SIC-GE Model, *Journal of International Trade* 2012-05.
- Roy, J., 2000, The rebound effect: some empirical evidence from India, *Energy Policy*, 28(6-7),

- 433-38.
- Saunders, Harry D., 2011, Historical Evidence for Energy Consumption Rebound in 30 US Sectors and a Toolkit for Rebound Analysts, Volume 80, Issue 7, September 2013, Pages 1317-1330.
- Sorrell, Steve. 2007a, The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency.
- Sorrell, S., 2007b, Improving the evidence base for energy policy: The role of systematic reviews, *Energy Policy*, 35(3), 1858-71.
- World Bank Group, 2015, State and Trends of Carbon Pricing, World Bank and Ecofys report, Washington DC, September 2015.

# The Influence Evaluate of Energy Tax on Economy and Energy Demand

Che-Wei Chang<sup>1</sup> Cheng-Che Yu<sup>1\*</sup> Kuan-Yao Chen<sup>1</sup> Chin-Wen Yang<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Legislative Yuan Passes Third Reading of the Greenhouse Gas Reduction Act on 15<sup>th</sup> of June 2015. Including total Quantity Control, Emissions Trading, and fossil fuel tax promoting mechanisms of Taiwan are constructed under the act in response to climate change. The legislation of the act is also devoted to the welfare of the society, industrial transformation, emission reduction, and green technology development of Taiwan. It will also promote the employment, green economy, and the Infrastructure construction program—low carbon green growth plan of the nation. Most researches which apply economic and financial instruments are mainly focused on the influence on economy caused by carbon or energy tax, and others concern the double dividend effect due to the allocation of tax income. However, most researches concentrate more on the issue of tax credit on distortionary tax and social security contribution, rather than the effect of environment tax revenue on green energy development and the progress of energy efficiency. This research uses Taiwan Sustainable Energy Development Model (TaiSEND) to assess the influence on economy and energy demand by applying the revenue of energy tax to energy saving investment. We aim to discuss whether the strategy could possibly reduce the impact on economy or even further, to create the double dividend effect. The result shows that, without electricity saving investment, the application of carbon tax could reduce electricity using by paying a very high price of economic cost. The energy saving cost per kilowatt-hour could be from 2.07 NTD to 3.51 NTD. When we consider the electricity saving investment to our evaluation, the saving cost per kilowatt-hour may be reducing to 1.57 NTD~3.36 NTD and the GDP lost could be improved by approximately 6,800 million. The effect of double dividend may take place by the practice of electricity saving investment, but it still can't compensate the impact on economy from the imposition of energy tax.

**Keywords:** Energy tax, TaiSEND, Double dividend effect, Electricity saving investment

---

<sup>1</sup> Senior Assistant Research Fellow, Taiwan Research Institute.

<sup>2</sup> Deputy Director/Research Fellow, Research Division III, TRI.

\*Corresponding Author: Phone: +886-2-88095688 #567, E-mail: tadcg009@tri.org.tw

Received Date: December 21, 2015

Revised Date: March 31, 2016

Accepted Date: May 4, 2016