

能源稅之稅收分配效率與雙重紅利效果

林幸樺¹ 彭開瓊^{2*} 蘇漢邦³

摘要

本文利用一般均衡模型(CGE模型)，模擬不同稅收分配下，開徵能源稅對臺灣總體經濟變數與CO₂排放量的影響。不論偏向補貼綜合所得稅、營利事業所得稅，或是政府統收統支，在能源稅中立的情形下均可達到CO₂減量的效果。且利用非意欲產出模型，以政府統收統支的效率最佳。雙重紅利檢驗方面，不論長期或短期，課徵能源稅皆能促使CO₂減量，第一重紅利成立。另一方面，相對基線而言，投入產出效率已經改善，則第二重紅利可能成立。

關鍵詞：能源稅、可計算一般均衡模型、非意欲產出模型、雙重紅利

1. 緒論

Pigou (1920)首先提出政府應對產生環境污染影響他人的污染者課徵稅或費用。是故，政府欲達到環境保護的目標，可採行直接管制或經濟誘因(課徵環境稅費或排放權交易等)環境政策工具。Tietenberg (1990)則發現具有經濟誘因的環境政策工具，對於環境有明顯的激勵作用，才得以控制污染。因此歐洲國家自1990年代初期開始實施各種環境稅收及各種具有環保作用的相關措施(Vehmas, 2005)，「環境租稅改革」(Environmental Tax Reform, ETR)因應而生。

國外已有許多國家(如歐盟)將環境稅當作環境政策工具，進行環境租稅改革行之有年，且國內外已有許多對此相關議題的研究文獻。綠色租稅改革的目的，主要是冀望能夠達成環境品質改善及經濟效率提升的「雙重

紅利(double dividend)」效果(楊子茵和蘇漢邦(2002)、林幸樺和蘇漢邦(2008))。相關研究亦發現課徵環境稅(如：能源稅、碳稅)如存在雙重紅利的情況下，除了可改善環境外，在「稅收中立」(revenue-neutral)¹的情況下，也可降低租稅扭曲(tax distortions)對環境造成的影響以及成本(Pearce, 1991)。一般普遍認為租稅會產生「超額負擔(excess burden)」，造成社會福利的無謂損失；但綠色租稅(如：環境稅)不但可讓污染環境的外部成本內部化，矯正市場失靈；若用此稅收來減輕其他稅收(例如所得稅)，那麼將減輕其他稅收所造成的超額負擔(Bosquet, 2000、Parry and Brento, 2000)。若用此稅收能夠減輕雇主所負擔的員工社會保險費，雇主便有能力僱用更多的員工，因此還能促進就業(Deroubaix and Lévêgue, 2004、Bosello and Carraro, 2001)。我國課徵能源稅的目的，主要是希望除了能達到改善環境外，亦可透過

¹ 健行科技大學財務金融系助理教授

² 健行科技大學國際企業經營系副教授

³ 臺灣綜合研究院研三所所長

*通訊作者, 電話: 0912-710420, E-mail: pkc420m@gmail.com

收到日期: 2016年01月20日

修正日期: 2016年05月14日

接受日期: 2016年06月29日

¹ 在不增加國民的稅賦負擔的情況下，將新增的環境稅收入將全數用以降低或彌補其他稅收(如：個人所得稅、營利事業所得稅或社會安全捐)。

稅收來增加政府收入，並以此稅收來減輕其他稅收所造成的超額負擔，因此稅收的分配效率亦值得關注。因此，本文有二個研究目的，一為利用可計算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型，模擬不同稅收分配下，開徵能源稅對臺灣勞動、資本存量、能源消費量與CO₂排放量所造成的影響，並觀察是否存在雙重紅利；二為採用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)之非意欲產出模型探討稅收分配與效率之間關係，找出具有效率的稅收配置方式。

2. 文獻探討

環境稅之稅收分配文獻方面，Bosquet (2000)在環境稅改革之研究，針對瑞典、丹麥、荷蘭等國家對於課稅項目、稅收減免以及影響幅度有深入的探討。而李涵茵(2002)以歐洲綠色租稅改革為借鏡，探討環保、就業雙重紅利之研究議題上，對於瑞典、芬蘭、荷蘭等國家之環境稅課徵方式及類別有進一步的探討。

在雙重紅利(Double dividends hypothesis)相關文獻方面，「雙重紅利」一詞的出現是根據Pearce (1991)發現課徵環境稅除了可阻止環境的破壞行為，也可降低扭曲的稅負成本，因而產生「雙重紅利」之情況，因此雙重紅利假說是環境租稅改革的理論基礎。而課徵環境稅(能源稅、碳稅)之相關文獻，大多以雙重紅利為主要假說。其驗證結果大致上可歸納為，第一重紅利即是透過政府課徵環境稅來減少碳排放量以改善環境；第二重紅利則是在稅收中立(revenue-neutral)的原則下，妥善運用環境稅收改善扭曲的稅制，來增加各要素的配置效率，刺激就業與GDP。因此，在雙重紅利之結果研究方面，對於是否存在雙重紅利效果，各個學者之研究皆不相同，如Terkla (1984)針對污染稅收入的效率價值探討中，就認為環境稅是具有雙重紅利效果，而Pearce (1991)、Bosquet

(2000)、Bosello and Carraro (2001)與Liang *et al.* (2007)皆認同將環境稅收使用在抵免勞動所得可刺激就業成長的第二重紅利。

針對臺灣開徵能源稅方面，其雙重紅利存在與否即為眾所矚目的焦點，因此，周婉玲與黃宗煌(2007)、林幸樺和蘇漢邦(2008)皆有深入的研究。周婉玲與黃宗煌(2007)則為了進一步瞭解影響雙重紅利的關鍵因素，以及能產生雙重紅利的條件，認為第二重紅利存在與否，會受到包括產品市場結構、租稅交互效果、課稅的必要性及稅率的合理性、稅基的選擇、消費偏好的特性與勞動市場的不完全競爭等六項因素影響。而林幸樺和蘇漢邦(2008)研究發現，將能源稅用以成本補貼的效果最好，可知是有「雙重紅利」的效果存在。然而觀察長期模擬結果卻發現「雙重紅利」的效果是無法長期持續下去，不過在能源稅課徵期間會出現GDP成長率高於CO₂成長率之相對脫鉤(decoupling)的經濟現象。在非意欲產出模型相關文獻方面，全球氣候暖化日趨嚴重，因此CO₂成為常見的非意欲產出，如Sueyoshi *et al.* (2010)以美國電廠為例，根據美國清潔空氣法案(Clean Air Act, CAA)的效率，使用範圍調整法(Range-Adjusted Measure, RAM)，以一個意欲產出和三個非意欲產出為研究，探討電廠效率之評估。Sueyoshi and Goto (2012)則以美國地鐵為例，衡量邊際轉換率(Marginal Rate of Transformation, MRT)與替代率(Rate of Substitution, RS)之間的意欲與非意欲產出、以射線法測量環境評估與規劃發電廠。研究結果顯示，二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)的調控政策均獲得有效的控制，但對於CO₂排放或全球暖化的延緩而言仍然不足，建議美國聯邦和地方政府應針對CO₂排放量進行進一步地規範。

綜上所述，能源稅研究方面，可以發現國內外之文獻探討皆對於環境稅(或能源稅)的第一重紅利效果持肯定的觀點，但對於第二重紅利的存在則有正反不一的看法，可見第二重紅利可能受限於許多因素或必須符合其條件的情

況，不一定會出現；非意欲產出模型方面，可以處理效率與CO₂排放問題，但結合能源稅與非意欲產出模型兩者的文獻並不多見，存在研究空間，不但可以從另一個角度驗證能源稅是否存在雙重紅利效果，亦可討論稅收分配的影響。

3. 研究方法

3.1 可計算一般均衡模型 (Computable General Equilibrium Model, CGE model)

透過能源含碳量多寡所設計的租稅制度及其對整體經濟的影響，至今仍是世界各國關心的重要議題，很多經濟評估工具因而被提出。截至目前為止，利用多部門架構的可計算一般均衡分析模型(Computable General Equilibrium Model, CGE model)，普遍被學界與政府單位所重視²。由這些國內外模型的發展，可以顯示出CGE模型在評估氣候變遷政策已有相當的成果。在分析上，這些文獻多數視能源為一種投入，因此氣候變遷政策的衝擊管道可從調整能源投入的生產關係來影響整體經濟，這也顯示模型對能源的設定方式對評估各項經濟結果應有其重要性(楊浩彥，2009)。

本文的相關分析係以一臺灣之單國動態CGE模型為核心，其模型架構主要係透過一系列非線性函數，以刻劃總體經濟及產業經濟間的連鎖互動關係，然後再運用線性化的處理方法，進一步構建出可操作之聯立方程組，以利各種模擬分析。針對模型基本架構、模型特色、能源稅的運用機制、所得收支以及家計效

用等部分加以說明³。

3.1.1 理論架構

本文之CGE模型基本架構中，生產者購買包括商品(中間需求)及原始要素(勞動、土地、資本等)來進行生產，而就投資者、家計單位、政府及國外購買者等最終需求者而言，其僅購買商品，並無原始要素的購置。惟不論中間或最終需要，其所購買之商品均可分為國產品及進口品。至於在決策行為模式的設定上，本文模型與著名的澳洲ORANI模型相似，係利用投入－產出弱可分割假設(weak separability assumption)，將生產者、投資者及消費者之決策行為以巢式(nested)的結構設定處理。

在投入與產出的可分割假設下，原始投入產出函數形式：

$$F(\text{投入}, \text{產出}) = 0 \quad (1)$$

可改寫為：

$$G(\text{投入}) = Z = H(\text{產出}) \quad (2)$$

Z為產業的產出水準(activity level)

本文之分析模型主要係參考TAIGEM-III動態可計算一般均衡模型(Dynamic Taiwan General Equilibrium Model, TAIGEM-III)之設定，並經過適度之部門簡化，重新設計，以符合本文模擬設計之需。相關的結構式、均衡式與定義式之設計及操作的相關說明與能源與部門的特別處理請參考林幸樺與蘇漢邦(2008)；而產業、政府與家庭所得收支之社會會計矩陣(SAM)，則參考楊子茵和蘇漢邦(2002)與楊子茵等人(2007)之設計。

²幾個代表性模型包括ORANI (Dixon *et al.*, 1982)，World Bank-Type CGE (Dervis *et al.*, 1982)，GREEN (Burniaux *et al.*, 1992)，DICE (Nordhaus, 1993)，MERGE (Manne *et al.*, 1995)，WIAGEM (Kemfert, 2002)，GTAP-E (Burniaux and Truong, 2002)，GEM-E3 (Kouvaritakis *et al.*, 2002)，ENTICE (Popp, 2004)，AIM (Masui, 2005)，WITCH (Bosetti *et al.*, 2006)，MIT EPPA (Jacoby *et al.*, 2006) 等。在國內，評估工具的發展也相當蓬勃，至少也包括臺灣動態一般均衡模型(dynamic general equilibrium model of Taiwan, DGEMT；梁啟源, 2007&2008)、臺灣一般均衡分析模型(Taiwan general equilibrium model, TAIGEM；黃宗煌等, 1999)、臺灣永續能源政策模型(Taiwan sustainable energy decision model, TaiSEND；黃宗煌, 2008)等模型。(參考楊浩彥, 2009)

³請參考林幸樺和蘇漢邦(2008)。

3.1.2 能源機制

(1) CRESH 函數與電力部門「技術配套」(technology bundle)

CRESH 函數最早係由 Hanoch (1971) 所提出，Hanoch 認為傳統 CES (constant elasticity of substitution) 函數對於衡量只有兩種生產要素(如資本及勞動)或兩種產品(如國產品與進口品)之替代行為時，具有非常良好且合理的簡化分析特性；但當要素種類變成 n 種($n > 2$)時，若 n 種要素之間的替代彈性均相同，在實務上似乎較不合理。因此，Hanoch (1971) 修正 CES 的設定為

$$Y = f(\underline{x}) \quad \text{where } \underline{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3)$$

$$F(Y, \underline{x}) = \sum [D_i x_i / h(Y)]^{di} - 1 = 0 \quad (4)$$

式中： $\underline{x} > 0$ ， $0 \leq Y \leq \bar{Y} < \infty$ ，

$h(Y)$ 為連續可微分 (continuously differentiable)，且 $h(0) = 0$ ， $h(\bar{Y}) = \infty$ 及 $h'(Y) > 0$ (亦即表示 \bar{Y} 為產業之最大產量)。

經過上述之修正後，稱之為 CRESH 函數 (homothetic or homogeneous function with constant ratios of ES)⁴。

依據我國發電技術之現況與種類可知，電力供給主要是由煤、石油、燃氣、核能、水力發電或是再生能源等技術所生產。在可行的技術限制下，模型假設電力產業可以根據不同發電技術間的相對成本來決定彼此的替代程度。同時，為避免模型求解出現不符合現況或技術上不可行的投入組合，在設定發電技術的選擇行為時，必須限制某些技術不可能「完全」被其他技術所取代，此即為與工程規劃模型中類似之「由下而上(bottom-up)」的設定。前述之 CRESH 函數，在其標準限制條件下，提供類似於「由下而上」模型之限制條件：即 $\underline{x} > 0$ ，使得所有被選擇之技術完全不會產生有一個或多

個技術發電水準等於零之均衡解出現。

在電力部門方面，本文之 CGE 模型將發電技術分為 12 類⁵，而每個電力技術部門之中間投入與複合原始投入間之組成，則使用 Leontief 生產函數架構之；而水力發電、核能以及燃油與燃煤汽力機組透過 CRESH 函數加總而得基載機組，柴油機組與燃氣汽力機組透過 CES 函數加總而得中載機組，而尖載機組則是複循環機組、氣渦輪機組、風力發電與太陽光電透過 CES 方式加總而得。而基載、中載與尖載機組則是利用 CRESH 函數加總成輸配電業(台電)，台電再跟私人電廠以 CES 方式加總成電力部門。

(2) CRESH 函數與能源替代

本文在能源投入間替代關係的設定方面，則係以較電力技術配套略為簡單的方式處理。基本上，除了電力部門以外，將各部門中間投入中所使用的能源產品之間的關係，以 CRESH 函數來呈現。將前述技術配套所組成之電力，以及其他能源投入(煤、油、氣)之間的關係以 CRESH 函數來描述，共同組成複合能源投入後，再導入模型與其他中間投入以 Leontief 函數架構各產業之生產投入選擇行為(Leontief production function)。

3.1.3 逐年遞歸動態投資機制

本文模型為一動態 CGE 模型，其假設任一產業從事生產時，除需要投入原物料外，也需要有生產要素的投入，其中也包含對資金的需求，此即構成對該產業之投資。因此，各產業的投資需求是為企業從事生產行為，所衍生出之資本需求的一部分，而此項投資也同時是各產業資本累積的來源。本文即是從產業資本累積的觀點，以逐年遞歸動態(annual recursive dynamic)的方式架構模型之動態投資機制，並以羅吉斯函數(Logistic function)來捕捉各產業

⁴ 詳細推導過程詳參 Hanoch (1971) 全文。

⁵ 包含水力發電、核能、燃油與燃煤汽力機組、柴油機組與燃氣汽力機組、複循環燃油與燃氣機組、氣渦輪燃油與燃氣機組、風力發電與太陽光電等。

各期最適投資行為與其軌跡。而本文的CGE模型，設計其生產者與消費者對於能源產品之消費決策行為，亦即與能源價格習習相關，因而充份反映其對於能源價格上漲時的理性反應。

因此，處理動態投資決策行為時，係先將資本存量的成長率與投資及預期報酬率建立關聯，再透過適應性預期(adaptive expectation)機制的設定，反映投資者針對預期報酬率變化之行為模式，進而得到預期報酬率的高低會影響投資者的投資意願，再進一步影響產業資本存量累積的結果。

3.1.4 環境機制

環境議題的評估方面，本文著重於分析課徵能源稅對總體經濟之影響，以及CO₂排放趨勢與減量之成效。是以模型中增加設定了課徵能源稅與估計CO₂排放之方程組與相關連結。以下即針對能源稅機制方程式及CO₂排放方程組兩個部分做簡要說明。

(1) 能源稅機制

由於碳稅與能源稅均屬於從量稅，因此本文將能源稅亦設定為以能源消費量為稅基之從量稅。配合模型資料庫編製之CO₂排放矩陣，因此模型可以求解在給定之單位能源稅額下能源使用者的能源稅負擔，以及CO₂排放量情況，而此項稅負亦將引入使用者之購買價格，再經由模型影響到整個經濟體系。稅收總額將計入政府總稅收，在彌補取消能源產品之貨物稅缺口後，可做為政府專款專用之基準。

開徵能源稅將使能源產品價格上升，運用模型所建構的能源產品需求方程式，將會改變消費者產品購買決策，因此能源產品之消費變化便會更新期末的能源消費矩陣，並做為下期能源稅稅基，以刻劃能源稅之動態效果。

(2) CO₂排放方程式

承上所述，模型假設CO₂為消費特定商品所產生，因此，CO₂排放量變動百分比必等於該商品之消費量變動百分比，亦即在課徵能源稅時，將使得排放CO₂商品之購買者價格上

漲，因而可促使生產者減少此類能源產品的使用，亦可減少消費者對於此類商品之消費，進而達到CO₂排放減量之效果。

3.1.5 所得收支與社會會計矩陣(SAM)

本模型參考蘇漢邦(2005)之所得收支方程式表達社會會計矩陣(Social Accounting Matrix, SAM)中所得支出與收入情形及關聯，並透過各帳戶所得之來源與流向描述，以瞭解經濟體系達到最後均衡的過程及對各所得階層所得結構的影響，因此透過所得收支方程組能使模型同時考量效率面與所得面的變化。

在此之所得收支方程式組透過SAM表之編制與平衡，並利用所得收入項與經濟體之原始投入(資本、勞動、土地、其他成本等項)及稅賦相互串連，導入基礎模型之生產行為決策；同時將所得支出項之投資及消費支出與基礎模型之消費及需求方程式連結，影響經濟體系每一位個體的消費及投資決策，進而分析資金流向與最後所得歸屬；而在所得收支方程式組的另一組設計「移轉性收支項」，則將僅實現於收入與支出的調節移轉，沒有生產面之回饋互動機制。

3.1.6 勞動與工資調整機制

在上述相關綠色租稅改革是否會創造雙重紅利的國內外文獻中，就業量是否會增加是討論雙重紅利的重點之一，在介紹本文動態模型之勞動與工資調整機制之前，須先行說明靜態機制在此部分的設計，而後再接續介紹勞動市場動態機制之設計。

(1) 靜態模型

假設生產者在追求成本極小化下，將理性選擇各項原始投入(勞動、資本與土地)，並以CES函數來刻劃各投入間之替代行為。唯在靜態模型中對於原始投入並未如同產品市場般可同時刻劃其勞動供給市場，因此僅以長、短期不同情境來設定勞動與工資調整機制：

a. 短期情境：

在靜態模型中假設實質工資為外生決定，各項政策變動的衝擊對勞動市場的影響，將直接反映於勞動就業量的變動，亦即短期而言，勞動就業量為可充份調整的內生變數(短期存在失業)，實質工資則具僵固性。

b. 長期情境：

在長期，勞動就業量為外生決定，隱含充份就業之假設，各項政策變動的衝擊對勞動供需的影響，將直接反映於工資的變動，亦即長期而言，工資為可充份調整的內生變數。

由a與b之靜態模型的長、短期情境的假設下對於勞動就業量與實質工資間僅能擇一做為內生變數。與實際勞動市場供需共同決定工資與就業量之機制有所差異，亦無法同時觀察出工資與就業量之變動。是以我們在動態模型中增加新的實質工資調整機制。

(2) 動態模型

參考MONASH模型⁶勞動市場機制之設計，假設各期的勞動市場存在一正斜率之勞動供給曲線，各期勞動市場達至均衡(充份就業)。若勞動市場均衡就業量超過每年勞動投入的增加量，則實質工資上漲；若勞動市場均衡就業量少於每年勞動投入的增加量，則實質工資下降。

3.2 非意欲產出模型

在非意欲產出模型的部分，有 n 個決策單位(Decision Making Units, DMU)，每個DMU都有三種投入及產出要素：投入(x)、產出(y)、好的產出(g)、極差的產出(b)，分別以三個向量表示： $x \in R^m$ ， $y^g \in R^{s_1}$ ， $y^b \in R^{s_2}$ ，將 X ， Y^g ， Y^b 三個向量矩陣定義為： $X = [x_1, \dots, x_n] \in R^{m \times n}$ ， $Y^g = [y_1^g, \dots, y_n^g] \in R^{s_1 \times n}$ ， $Y^b = [y_1^b, \dots, y_n^b] \in R^{s_2 \times n}$ ，並假設 $X > 0$ ， $Y^g > 0$ ， $Y^b > 0$ ，其產生可能集合可定義如下式：

$$P = \{(x, y^g, y^b) \mid x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \leq Y^b\lambda, \lambda \geq 0\}$$

依據上式定義，我們可將SBM模式(Slack-Based Measure model)修正如下式：

$$\min \rho^* = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left[\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right]} \quad (5)$$

$$s.t. \quad x_0 = X\lambda + s^- \quad (6)$$

$$y_0^g = Y^g\lambda - s^g$$

$$y_0^b = Y^b\lambda + s^b$$

$$\lambda, s^-, s^g, s^b \geq 0$$

在上式中， ρ 是非設限差額指標， s_1 表示好的產出數量， s_2 表示壞的產出數量， s^- 為投入過剩數量， s^b 為非意欲產出過剩數量，此兩項應予以縮減； s^g 為好的產出之短缺數量，應予以擴增。 $0 < \rho^* \leq 1$ ，若令上述線性規劃式之最適值為 $(\lambda^*, s^-, s^{g*}, s^{b*})$ ，則當 $s^- = 0$ ， $s^{b*} = 0$ ， $s^{g*} = 0$ 時， $\rho^* = 1$ ，代表 DMU_0 在非意欲產出模式中具有效率。

假如 $\rho^* < 1$ ，代表 DMU_0 在非意欲產出模式中為無效率DMU，要成為有效率DMU，必須縮減投入及非意欲產出的過剩數量，並增加好的產出之短缺數量。下式為在非意欲產出模式，不具有效率的DMU調整方式，其中 $(\hat{x}_0, \hat{y}_0^g, \hat{y}_0^b)$ 代表效率邊界之投射點。(吳濟華和何柏正，2008)

$$\begin{aligned} \hat{x}_0 &= x_0 - s^- \\ \hat{y}_0^g &= y_0^g + s^{g*} \\ \hat{y}_0^b &= y_0^b - s^{b*} \end{aligned} \quad (7)$$

Färe *et al.* (1989)與Seiford and Zhu (2002)改良產出導向BCC⁷模型來處理意欲產出、非意欲產出與投入，利用DEA (Data Envelopment Analysis, DEA)分類不變性，將資料進行轉換，維持分類不變且維持幾何凸性與線性。Seiford and Zhu (2002)將產出項分解為：

$$[Y] = \begin{bmatrix} Y^g \\ Y^b \end{bmatrix} \quad (8)$$

⁶ <http://www.monash.edu.au/policy/monmod.htm>

⁷ 係由Banker、Charnes與Cooper (1984)提出

其中，矩陣內 Y^s 和 Y^b 代表意欲與非意欲產出。產出導向BCC假設產出 $Y(= Y^s + Y^b)$ 增加代表效率越好，但非意欲產出(Y^b)增加卻會引起效率下降。把非意欲產出項加上負號，找出一適當值 w ，使所有負的非意欲產出項變成正號，即 $\bar{Y}_j^b = -Y_j^b + w > 0$ ，其中 $w = \max_j \{Y_j^b\} + 1$ ，因而方程式可變為：

$$[Y] = \begin{bmatrix} Y^s \\ \bar{Y}^b \end{bmatrix} \quad (9)$$

將資料轉換後依然可維持DEA分類不變性，因而利用產出導向BCC模型，可得出資料包絡分析法之非意欲產出模型：

$$\begin{aligned} & \max h \\ & s.t. \sum_{j=1}^n z_j Y_j^s \geq h Y_0^s \\ & \sum_{j=1}^n z_j \bar{Y}_j^b \geq h \bar{Y}_0^b \\ & \sum_{j=1}^n z_j X_j \leq X_0 \\ & \sum_{j=1}^n z_j = 1 \\ & z_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (10)$$

其中， $\sum_{j=1}^n z_j = 1$ 為決策單位(DMU)在生產函數上的點必須是有效率DMU的凸性組合(convex combination)， h 為相對效率值， z_j 為投入與產出的權重值(莊忠柱和吳振國，2006)。

4. 資料來源與實證內容

4.1 資料來源與分析情境

本文模型資料庫主要以投入產出表為基本資料架構，並包括資本存量、資本組成矩陣、發電技術成本投入、社會會計矩陣、能源消費資料與CO₂排放矩陣等資料編制而成。資料庫建構主要以行政院主計處「2004年臺灣地區產

業關聯表」與「2004年家庭收支調查報告」為基礎，部門分類採用蘇漢邦與莊建鐸(2011)所編制，部門數加總為55部門，產品數加總為66種產品，如表1所示。在家計單位部分，按每戶可支配所得高低排名分為5個所得階層。5個所得階層之收入與支出資料則利用「家庭收支調查報告」五等分位組織收支結構比率，攤提國民所得收支帳之對應資料而得。在能源消費部分，則是參考行政院能源局歷年之「能源平衡表」，而CO₂排放矩陣，則是利用「產業關聯表」與「能源平衡表」加以分類與攤提而得。

4.2 能源稅政策模擬設計

4.2.1 課稅範圍

能源稅課徵的項目有：汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油、液化石油氣、天然氣及煤炭等八種。相較現行油氣類貨物稅之項目，增加了天然氣與煤炭兩項。

4.2.2 課稅方式

課徵的八種化石能源稅，皆採「從量」課徵。其中汽油、柴油、煤油、航空燃油、燃料油按容量課徵；天然氣按體積課徵；煤炭、液化石油則依重量課徵。

4.2.3 能源稅、碳稅稅額計算

碳稅稅額計算，則針對不同化石能源別單位熱值含碳量訂定碳稅稅額(如表2所示)；為了與國際接軌，並減少對產業造成的衝擊，參考歐洲國家規劃，例如法國規劃在2010年開徵碳稅，稅額為14-20歐元/噸CO₂；愛爾蘭碳稅稅額下限為20歐元/噸CO₂ (Bergin *et al.*, 2002)。本研究參考中華經濟研究院(2009)之建議，將碳稅稅額定為750元/噸CO₂當量⁸；本研究採用2006

⁸ 參考中華經濟研究院(2009)綠色租稅之研究：碳稅的計算乃是考慮不同化石能源別單位熱值含碳量所訂定，在計算各能源產品碳稅稅額時，須考量各能源的二氧化碳排放係數。以汽油為例，汽油的二氧化碳排放係數為每公升0.002263，每噸二氧化碳當量稅額為750元，汽油第十年碳稅稅額為每公升1.70元(0.002263 × 750)。再以液化石油氣為例，液化石油氣的二氧化碳排放係數為每公升0.001753，每噸二氧化碳當量稅額為750元，液化石油氣第十年碳稅稅額為每公升1.31元(0.001753 × 750)。碳稅可充份反映「二氧化碳排放係數較高之能源，支付較高之稅負」的原則。

表1 部門及產品分類

編號	產業別	產品別	編號	產業別	產品別
1	農林漁牧業	農林漁牧業	36	電力-氣渦輪-燃油	機械
2	煤	原油	37	電力-氣渦輪-燃氣	家電資訊通訊
3	能源探勘	天然氣	38	電力-柴油機	運輸設備
4	金屬製造	探勘	39	電力-核能	精密機械
5	其他非金屬礦業	煤	40	汽電共生	其他製品
6	食品加工	金屬製造	41	電力-輸配電	電力-水力
7	菸	其他非金屬礦物	42	燃氣	電力-汽力-燃油
8	紡織	食品加工	43	自來水暖氣熱水	電力-汽力-燃煤
9	成衣及服飾品	菸	44	營造工程	電力-汽力-燃氣
10	皮革及其製品	紡織	45	批發	電力-複循環-燃油
11	木材及其製品	成衣及服飾品	46	零售	電力-複循環-燃氣
12	非金屬家具	皮革及其製品	47	國際貿易	電力-氣渦輪-燃油
13	紙及紙製品	木材及其製品	48	餐飲、旅館及 不動產服務	電力-氣渦輪-燃氣
14	印刷	非金屬家具	49	運輸倉儲通信業	電力-柴油機
15	化學材料	紙及紙製品	50	金融保險服務業	電力-核能
16	人纖及塑膠	印刷	51	工商服務業	汽電共生
17	化學製品	化學材料	52	教育醫療服務業	電力-輸配電
18	石油產品	人纖及塑膠	53	機械修理	燃氣
19	橡膠製品	化學製品	54	公共行政服務業	自來水暖氣熱水
20	塑膠製品	汽油	55	其他服務業	營造工程
21	非金屬礦物製品	柴油	56		批發
22	水泥	航空用油	57		零售
23	鋼鐵及其他金屬	燃料油	58		國際貿易
24	金屬製品	煤油	59		餐飲、旅館及 不動產服務
25	機械	潤滑油	60		運輸倉儲通信業
26	家電資訊通訊	石油腦	61		金融保險服務業
27	運輸設備	煉油氣	62		工商服務業
28	精密機械	瀝青	63		教育醫療服務業
29	其他製品	其他石油煉製品	64		機械修理
30	電力-水力	橡膠製品	65		公共行政服務業
31	電力-汽力-燃油	塑膠製品	66		其他服務業
32	電力-汽力-燃煤	非金屬礦物製品			
33	電力-汽力-燃氣	水泥			
34	電力-複循環-燃油	鋼鐵及其他金屬			
35	電力-複循環-燃氣	金屬製品			

資料來源：蘇漢邦與莊建鏘(2011)

年財政部版能源稅條例草案作為能源稅計算基礎(如表3所示)；並將稅額規劃分10年漸進式逐步調整⁹。

觀察2006年財政部能源稅條例草案之稅額表可以發現，其稅額表係以「貨物稅」為基礎，並不符合以「單位熱值含碳量」的課稅基

⁹ 參考蘇漢邦和莊建鏘(2011)

表2 碳稅稅額表

項目	CO ₂ 含碳率(排放係數)	CO ₂ 減量成本(元/tCO ₂)	碳稅稅額
汽油(tCO ₂ /L)	0.002263	750	1.70
柴油(tCO ₂ /L)	0.002729	750	2.05
煤油(tCO ₂ /L)	0.002558	750	1.92
航空燃油(tCO ₂ /L)	0.002395	750	1.80
燃料油(tCO ₂ /L)	0.00298	750	2.24
液化石油氣(tCO ₂ /KG)	0.00175	750	1.31
天然氣(tCO ₂ /M ³)	0.002604	750	1.95
煤炭(tCO ₂ /KG)	0.002482	750	1.86

註：各能源產品含碳率×二氧化碳減量成本＝碳稅稅額

資料來源：經濟部能源局(2010 & 2012)、IPCC 2006年出版資料、中華經濟研究院(2009)

礎。因此，本文改以「單位熱值含碳量」為課稅基礎，且合併能源相關貨物稅，計算出新版之能源稅稅額(如表3)。

我國(臺灣)目前面臨財政惡化，租稅面偏重於直接稅，提供過多的租稅減免等稅式支出或補貼。黃耀輝(2003)強調應調高消費稅比重，調降所得稅比重，逐步減少補貼措施，以為未來經濟永續發展的助力。因此，本文著眼點在於政府收取能源稅，其補助對象為家庭單位或廠商，而其補助方式應如何分配才能發揮最大效用。因此第一階段先以CGE模型模擬分析課徵能源稅的節能減排效果，以及是否存在雙重紅利。第一重紅利是透過政府課徵能源稅來減少碳排放量以改善環境，第二重紅利是在稅收中立(revenue-neutral)的原則下，妥善運用能源稅收來增加勞動、資本與能源的配置效率，刺激就業與GDP。第二階段為DEA非意欲產出模型改善稅收分配效率，找出具有效率的稅收配置方式。¹⁰

模擬情境設計分成五大類共8種情境：¹¹

第一類：未課徵能源稅，即基線(business as usual) (簡稱S12)。

第二類：增加之稅收用於綜合所得稅減稅(簡稱S00)。

第三類：增加之稅收用於綜合所得稅減稅與營利事業所得稅減稅(簡稱S02、S04、S06、S08)。

第四類：增加之稅收用於營利事業所得稅減稅(簡稱S10)。

第五類：開徵能源稅，稅收統收統支，增加的政府稅收，由政府將稅收等比例支用到所有的政府支出(包含政府消費、移轉支出等)(簡稱S11)。

其中，S02表政府收取能源稅後，補貼綜合所得稅之比例為80%，補助營利事業所得稅為20%；S04表政府收取能源稅後，補貼綜合所得稅之比例為60%，補助營利事業所得稅為40%；以此類推，則S06表政府收取能源稅後，補貼綜合所得稅之比例為40%，補助營利事業所得稅為60%；S08表政府收取能源稅後，補貼綜合所得稅之比例為20%，補助營利事業所得稅為80%(可參考表4)。

4.3 一般均衡模型預測結果

課徵能源稅對臺灣能源消費量的影響，可觀察表5與表6的能源消費量的模擬結果。本文將模擬結果分為兩個時區來觀察：2012年至2021年，以及2022年至2030年。因此，先觀察

¹⁰ 本文能源稅所參考的稅額模擬版本是參考中華經濟研究院(2009)的版本，並參考黃耀輝(2003)的說法與建議：其專款專用的基本精神是抵減直接稅。2013年起，財政部版已將抵免對象改成貨物稅、印花稅及研發投資等用途，未來將重啟模擬情境的設計，以符合現況。

¹¹ 第二至四類是政府總稅收不增加，第五類是能源稅收增加，而由政府等比例用到其他支出項。

表3 新版之能源稅(能源與碳稅)稅額表

項目	單位	2012年 (第1年)	2013年 (第2年)	2014年 (第3年)	2015年 (第4年)	2016年 (第5年)	2017年 (第6年)	2018年 (第7年)	2019年 (第8年)	2020年 (第9年)	2021年 (第10年)
汽油	元/公升	7.83	8.83	9.83	10.83	11.83	12.83	13.83	14.83	15.83	16.83
	碳稅稅額表	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85	1.02	1.19	1.36	1.53	1.7
柴油	元/公升	8	9.17	10.34	11.51	12.68	13.85	15.02	16.19	17.36	18.53
	碳稅稅額表	4.79	5.59	6.39	7.19	7.99	8.79	9.59	10.39	11.19	11.99
煤油	元/公升	0.2	0.41	0.61	0.82	1.02	1.23	1.43	1.64	1.84	2.05
	碳稅稅額表	4.99	6	7	8.01	9.01	10.02	11.02	12.03	13.03	14.04
航空燃油	元/公升	5.05	5.85	6.65	7.45	8.25	9.05	9.85	10.65	11.45	12.25
	碳稅稅額表	0.19	0.38	0.58	0.77	0.96	1.15	1.34	1.53	1.73	1.92
燃料油	元/公升	5.24	6.23	7.23	8.22	9.21	10.2	11.19	12.18	13.18	14.17
	碳稅稅額表	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
液化石油氣	元/公升	0.18	0.36	0.54	0.72	0.9	1.08	1.26	1.44	1.62	1.8
	碳稅稅額表	0.89	1.17	1.45	1.73	2.01	2.29	2.57	2.85	3.13	3.41
天然氣	元/立方公尺	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.41	0.46	0.51	0.56	0.61
	碳稅稅額表	0.22	0.45	0.67	0.89	1.12	1.34	1.56	1.79	2.01	2.24
煤炭	元/公噸	0.38	0.66	0.93	1.2	1.48	1.75	2.02	2.3	2.57	2.85
	碳稅稅額表	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.75	0.84
		0.13	0.26	0.39	0.53	0.66	0.79	0.92	1.05	1.18	1.31
		0.82	0.95	1.08	1.22	1.35	1.48	1.61	1.74	1.93	2.15
		0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63	0.7
		0.2	0.39	0.59	0.78	0.98	1.17	1.37	1.56	1.76	1.95
		0.27	0.53	0.8	1.06	1.33	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65
		0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.32	0.36	0.4
		0.19	0.37	0.56	0.74	0.93	1.12	1.3	1.49	1.68	1.86
		0.23	0.45	0.68	0.9	1.13	1.36	1.58	1.81	2.04	2.26

資料來源：行政院財政部(2006年)、蘇漢邦和莊建鐸(2011)與江映瞳(2012)。

表4 情境分析設計

代號	補助比例(%)	
	補貼綜合所得稅	補貼營利事業所得稅
S00	100	0
S02	80	20
S04	60	40
S06	40	60
S08	20	80
S10	0	100
S11	政府統收統支	
S12	基線(BAU, business as usual)	

資料來源：本研究彙整

前十年(2012年至2021年)增額課徵能源稅及其配套措施對能源消費量的影響(參考表5)，再觀察後九年能源稅不再增額(2022年至2030年)課徵及其配套措施對能源消費量的影響(參考表6)。綜觀兩期來看，不論是比較偏向補貼綜合所得稅的S00、S02、S04或是補貼營利事業所得稅的S06、S08、S10或是政府統收統支自由調整補貼綜合所得稅或營利事業所得稅的S11，在課徵能源稅且能源稅中立的情形下，CO₂的排放量均較基線S12減少，年減少值在24.91~64.77百萬公噸之間。

第一階段，觀察前十年(2012至2021年)增額課徵能源稅及其配套措施在節能減排、資本與勞動等方面的影響。

參考表5觀察前十年的結果，整體而言，由於能源稅在2012年至2021年是逐年增加，可是能源稅的稅額在剛開始開徵時，對廠商而言仍屬偏低，儘管能源消費量與基線比是有減少，但節能效果不明顯；然而廠商必須因應隨著稅額逐年增加所產生的能源成本，節能效果才開始顯現，因此若政府將能源稅收用於補貼廠商的營所稅，對廠商而言可視為能源的成本補貼，因此節能效果相對其他情境而言較不顯著。

第二階段，觀察後九年(2022~2030年)能源稅不再增額課徵及其配套在節能減排、資本與勞動等方面的影響(參考表6)：

以平均值觀之，在對於資本(K)與勞動(L)的衝擊上，與表5的結果相同：情境S00衝擊相對小，而情境S11衝擊相對大；但在節能的效果上，也與表5的結果相同：以情境S08的節能效果最佳，情境S00的節能效果最差；而減排方面，反而以情境S11效果最好，情境S00減排效果不佳。

但觀察勞動的變化趨勢，由表5與表6的時間序列模擬結果，可以發現第一階段自2019年後，對就業市場的衝擊開始趨緩，以全部補貼綜所稅之情境S00而言，至2027年起，就業市場開始正成長，此可為雙紅利的展現。其餘情境亦陸續在後續數年內呈現勞動量成長的結果。

透過前10年增額課徵能源稅後，在這十年內，廠商逐年調整生產結構，經濟體系與產業結構亦逐步進行調整，因此在第二階段的模擬中，除有節能減排的效果外，亦發現勞動雇用量有正成長的雙紅利的效果產生。

4.4 非意欲產出模型分析

經濟學上所稱的生產要素(factors of production)，共有四類分別為勞動、土地、資本、企業能力等四項，其中Carpos *et al.* (1989)採用資本、勞動與能源三項進行能源相關分析。本文則以資本(K)、勞動(L)、能源(E)三項指標作為投入變數，如表7所示。產出變數分別是國內生產總值(Y)與二氧化碳(CO₂)兩項，其中CO₂為非意欲產出，該指標數值越大，其表現越差。在既定的生產技術水準下，意欲產出愈多愈好，而非意欲產出則是愈少愈好。

DEA模型之投入產出必須符合同向性(isotonicity)之條件，此表示增加投入數量之下，產出之數量不得減。由表8相關係數表現投入項與產出項之間的關係，可看出各投入與各產出變數之間皆存在著正向的相關性，著實符合同向性之條件。

研究期間分為第一期、第二期以及全部期間所選用投入產出變數之基本敘述統計量，第

表5 2012~2021年模擬結果：與基線(BAU)之差異比較 (*：MLOE：百萬公秉油當量 **：Mton：百萬公噸)

	與BAU差異	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
S00	K (十億元)	-6.19	-15.11	-29.06	-49.40	-75.69	-105.69	-134.73	-158.37	-174.01	-187.15	-93.54
	L (千人)	-19.76	-27.49	-31.65	-33.28	-35.48	-37.45	-37.80	-36.19	-33.24	-30.68	-32.30
	E (MLOE)*	-2,128.4	-4,064.7	-5,864.3	-8,019.0	-10,582.1	-13,471.6	-16,334.1	-19,353.2	-22,256.8	-25,050.6	-12,712.49
	CO ₂ (Mton)**	-3.83	-7.40	-10.84	-15.12	-20.35	-26.32	-32.26	-38.48	-44.40	-50.07	-24.91
S02	K (十億元)	-6.32	-15.42	-29.58	-50.14	-76.67	-106.89	-136.06	-159.76	-175.37	-188.52	-94.47
	L (千人)	-19.89	-27.75	-32.05	-33.81	-36.14	-38.23	-38.70	-37.15	-34.29	-31.84	-32.99
	E (MLOE)	-2127	-4,060.32	-5,855.89	-8,008.32	-10,570.6	-13,460.2	-16,323	-19,349.3	-22,255.7	-25,050.1	-12,706.04
	CO ₂ (Mton)	-3.831	-7.402	-10.842	-15.126	-20.357	-26.338	-32.285	-38.529	-44.461	-50.141	-24.93
S04	K (十億元)	-6.44	-15.71	-30.08	-50.89	-77.65	-108.07	-137.38	-161.13	-176.72	-189.88	-95.39
	L (千人)	-20.03	-28.02	-32.45	-34.34	-36.79	-39.01	-39.59	-38.12	-35.34	-32.98	-33.67
	E (MLOE)	-2,125.58	-4,055.92	-5,847.31	-7,997.45	-10,558.9	-13,448.7	-16,311.8	-19,348.3	-22,261.3	-25,059.3	-12,701.46
	CO ₂ (Mton)	-3.83	-7.40	-10.84	-15.13	-20.37	-26.36	-32.31	-38.59	-44.54	-50.24	-24.96
S06	K (十億元)	-6.57	-16.02	-30.60	-51.63	-78.63	-109.25	-138.70	-162.50	-178.07	-191.25	-96.32
	L (千人)	-20.16	-28.28	-32.85	-34.86	-37.44	-39.79	-40.48	-39.05	-36.33	-34.05	-34.33
	E (MLOE)	-2,124.16	-4,051.47	-5,838.68	-7,986.5	-10,547.1	-13,437.1	-16,299.5	-19,357.7	-22,288.3	-25,098.3	-12,702.88
	CO ₂ (Mton)	-3.83	-7.40	-10.84	-15.13	-20.37	-26.37	-32.34	-38.67	-44.67	-50.40	-25.00
S08	K (十億元)	-6.69	-16.31	-31.10	-52.37	-79.60	-110.42	-140.01	-163.87	-179.46	-192.70	-97.25
	L (千人)	-20.30	-28.55	-33.25	-35.39	-38.10	-40.56	-41.38	-39.83	-37.03	-34.77	-34.92
	E (MLOE)	-2,122.72	-4,047.02	-5,829.92	-7,975.36	-10,535.2	-13,425.3	-16,287.8	-19,423.7	-22,435.8	-25,300.2	-12,738.30
	CO ₂ (Mton)	-3.84	-7.40	-10.84	-15.13	-20.38	-26.39	-32.37	-38.87	-45.05	-50.91	-25.12
S10	K (十億元)	-6.81	-16.61	-31.61	-53.11	-80.57	-111.59	-141.31	-165.14	-180.57	-193.65	-98.10
	L (千人)	-20.43	-28.81	-33.65	-35.92	-38.75	-41.34	-42.27	-40.94	-38.57	-36.64	-35.73
	E (MLOE)	-2,121.3	-4,042.53	-5,821.12	-7,964.14	-10,523.1	-13,413.5	-16,276	-19,257.8	-22,148.3	-24,923.9	-12,649.17
	CO ₂ (Mton)	-3.84	-7.40	-10.84	-15.13	-20.39	-26.41	-32.40	-38.58	-44.51	-50.18	-24.97
S11	K (十億元)	-7.37	-17.92	-33.81	-56.29	-84.73	-116.56	-146.80	-170.83	-186.17	-199.32	-101.98
	L (千人)	-21.04	-30.00	-35.43	-38.26	-41.69	-44.87	-46.40	-45.39	-43.13	-41.56	-38.78
	E (MLOE)	-2,115.55	-4,023.18	-5,783.22	-7,911.54	-10,458.2	-13,337.3	-16,186.5	-19,330.2	-22,361.6	-25,215.1	-12,672.24
	CO ₂ (Mton)	-3.85	-7.41	-10.83	-15.13	-20.40	-26.44	-32.44	-39.01	-45.28	-51.16	-25.19
S12	K (十億元)	5,608.01	6,164.09	6,605.78	6,940.42	7,177.01	7,331.50	7,423.44	7,481.74	7,532.06	7,599.45	6986.35
	L (千人)	10,400.10	10,460.43	10,529.97	10,609.76	10,688.94	10,767.07	10,841.87	10,924.75	11,012.39	11,103.59	10,733.89
	E (MLOE)	14,0534.7	14,6798.3	152,391	159,135.4	166,166.1	173,173.9	179,419	185,762.4	191,939.7	197,758.4	169,307.89
	CO ₂ (Mton)	310.56	325.12	337.89	352.27	366.75	380.71	392.71	404.59	415.93	426.37	371.29

資料來源：本研究彙整。

表6 2022~2030年模擬結果：與基線(BAU)之差異比較(*：MLOE：百萬公秉油當量**：Mton：百萬公噸)

	與BAU差異	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	平均值
S00	K (十億元)	-164.91	-148.35	-134.10	-124.80	-120.57	-120.07	-121.42	-123.14	-124.28	-131.29
	L (千人)	-21.21	-14.91	-10.05	-6.44	-3.20	0.00	2.64	4.79	6.28	-4.68
	E (MLOE)*	-26,418.6	-28,031.7	-29,447.1	-30,763.2	-31,913.1	-32,870.0	-33,867.2	-34,934.0	-36,197.1	-31,604.67
	CO ₂ (Mton)**	-52.89	-56.17	-58.95	-61.46	-63.59	-65.28	-67.07	-69.04	-71.46	-62.88
S02	K (十億元)	-165.90	-149.16	-134.79	-125.45	-121.26	-120.85	-122.34	-124.23	-125.51	-132.16
	L (千人)	-22.30	-15.96	-11.05	-7.41	-4.14	-0.90	1.78	3.95	5.45	-5.62
	E (MLOE)	-26,420.5	-28,038.4	-29,457.4	-30,776.7	-31,927.6	-32,883.3	-33,878.9	-34,943.9	-36,205.9	-31,614.73
	CO ₂ (Mton)	-52.98	-56.26	-59.06	-61.58	-63.71	-65.40	-67.19	-69.16	-71.58	-62.99
S04	K (十億元)	-166.86	-149.95	-135.45	-126.08	-121.91	-121.61	-123.24	-125.30	-126.72	-133.01
	L (千人)	-22.30	-15.96	-11.05	-7.41	-4.14	-0.90	1.78	3.95	5.45	-5.62
	E (MLOE)	-26,433.6	-28,059.4	-29,484.4	-30,809.4	-31,963.8	-32,920.2	-33,916.5	-34,981.5	-36,244.1	-31,645.88
	CO ₂ (Mton)	-53.08	-56.39	-59.20	-61.74	-63.88	-65.57	-67.37	-69.34	-71.77	-63.15
S06	K (十億元)	-167.84	-150.74	-136.13	-126.71	-122.58	-122.38	-124.17	-126.42	-128.00	-133.88
	L (千人)	-24.40	-17.93	-12.95	-9.23	-5.88	-2.57	0.17	2.39	3.93	-7.39
	E (MLOE)	-26,481.1	-28,123.5	-29,561.2	-30,899.3	-32,064.1	-33,027.1	-34,030.4	-35,100.8	-36,368.7	-31,739.58
	CO ₂ (Mton)	-53.27	-56.61	-59.45	-62.02	-64.18	-65.89	-67.71	-69.69	-72.13	-63.44
S08	K (十億元)	-168.94	-151.65	-136.89	-127.41	-123.33	-123.26	-125.26	-127.77	-129.67	-134.91
	L (千人)	-25.06	-18.49	-13.45	-9.67	-6.28	-2.92	-0.15	2.10	3.65	-7.81
	E (MLOE)	-26,713.3	-28,415.4	-29,898.2	-31,285.9	-32,495.4	-33,493	-34,534.3	-35,635.4	-36,931.3	-32,155.80
	CO ₂ (Mton)	-53.84	-57.32	-60.26	-62.93	-65.19	-66.97	-68.87	-70.92	-73.43	-64.41
S10	K (十億元)	-169.39	-151.94	-137.10	-127.61	-123.55	-123.52	-125.54	-128.02	-129.65	-135.15
	L (千人)	-26.91	-20.39	-15.37	-11.60	-8.20	-4.83	-2.04	0.22	1.79	-9.70
	E (MLOE)	-26,293.9	-27,911.3	-29,329.8	-30,644.4	-31,783	-32,720.2	-33,694.7	-34,740.2	-35,986.4	-31,455.99
	CO ₂ (Mton)	-53.03	-56.33	-59.14	-61.65	-63.77	-65.43	-67.19	-69.13	-71.54	-63.02
S11	K (十億元)	-173.31	-155.03	-139.60	-129.86	-125.89	-126.18	-128.66	-131.52	-133.01	-138.12
	L (千人)	-31.71	-25.06	-20.01	-16.24	-12.85	-9.50	-6.76	-4.59	-3.12	-14.43
	E (MLOE)	-26,631.6	-28,347.2	-29,837.5	-31,228.7	-32,429.6	-33,406	-34,422.7	-35,497.3	-36,768.6	-32,063.24
	CO ₂ (Mton)	-54.13	-57.65	-60.63	-63.33	-65.60	-67.36	-69.23	-71.26	-73.74	-64.77
S12	K (十億元)	7,770.20	7,888.04	8,026.57	8,183.61	8,356.88	8,546.56	8,751.85	8,973.19	9,219.83	8,412.97
	L (千人)	11,196.88	11,297.88	11,398.82	11,502.72	11,608.37	11,715.68	11,826.14	11,938.10	12,052.02	11,615.18
	E (MLOE)	203,270	209,326.3	215,123.3	221,145.6	227,524.3	234,345.1	241,926.7	250,101	258,899.5	229,073.53
	CO ₂ (Mton)	436.05	446.80	456.92	467.43	478.70	490.88	504.68	519.71	536.03	481.91

資料來源：本研究彙整。

表7 選用投入產出變數

變數	名稱
投入項	K資本(十億元)
	L勞動(千人)
	E能源(百萬公秉油當量)
產出項	Y國內生產總值(百萬元, GDP)
	CO ₂ 二氧化碳(百萬公噸, 非意欲產出)

資料來源：本研究彙整。

表8 相關係數

相關係數	K	L	E
CO ₂	0.9365	0.9408	0.9985
Y	0.9625	0.9977	0.9567

資料來源：本研究彙整。

一期為2012年至2021年，此段區間將增額課徵能源稅；第二期為2022年至2030年，此段區間將不再課徵能源稅。由表9可以看出，第一期投入變數的部分，資本(K)平均值為6,901.72 (十億元)，勞動(L)平均值為10,703.55 (千人)，能源(E)平均值為158,197.56 (MLOE)。產出變數的部分，二氧化碳(CO₂)平均值為349.4 (Mton)，GDP(Y)平均值為18,401,135.42 (百萬元)；第二

期投入變數的部分，資本(K)平均值為8,118.44 (十億元)，勞動(L)平均值為11,608.16 (千人)，能源(E)平均值為201,288.54 (MLOE)。產出變數的部分，二氧化碳(CO₂)平均值為426.33 (Mton)，GDP(Y)平均值為24,711,330.47 (百萬元)。

2012-2030年非意欲產出效率值彙整如表10所示，並繪成圖1進行比較。基線(S12)與能源稅各種配置方式(S00、S02、S04、S06、S08、S10與S11)等效率平均值落在0.9510~0.9994間，標準差為0.0015~0.0405間，且效率值以基線(S12)最差，可知只要課徵能源稅，不論稅收如何分配，效率均優於基線(S12)。以效率值的穩定度方面，課徵能源稅之S00、S02、S04、S06、S08、S10與S11效率值介於0.0015~0.0054之間，均優於基線(S12)的標準差0.0405¹²，顯示S00、S02、S04、S06、S08、S10與S11的能源效率佳。

研究期間的第一期為增額課徵能源稅時期，第二期固定能源稅時期，根據表10可知，第一期平均效率值落在0.9260~0.9989之間，標準差為0.002~0.03之間；第二期平均效率值落

表9 投入產出變數基本統計量

期間	敘述統計	K(十億元)	L(千人)	E(MLOE)	CO ₂ (Mton)	Y(百萬元)
第一期 (2012 年~2021年)	最大值	7,599.45	11,103.59	197,758.41	426.37	21,455,487.22
	最小值	5,600.64	10,379.06	138,406.27	306.71	15,506,610.08
	平均數	6,901.72	10,703.55	158,197.56	349.40	18,401,135.42
	標準差	585.37	223.77	13,059.68	26.23	1,840,171.80
第二期 (2022 年~2030年)	最大值	8,973.19	12,058.30	258,899.48	536.03	27,953,091.57
	最小值	7,483.49	11,165.16	176,556.65	381.92	21,875,701.69
	平均數	8,118.44	11,608.16	201,288.54	426.33	24,711,330.47
	標準差	445.18	285.63	18,546.06	34.38	1,863,298.00
全部	最大值	8,973.19	12,058.30	258,899.48	536.03	27,953,091.57
	最小值	5,600.64	10,379.06	138,406.27	306.71	15,506,610.08
	平均數	7,478.06	11,132.05	178,609.08	385.84	21,390,175.18
	標準差	799.84	517.83	26,687.64	48.83	3,648,115.68

資料來源：本研究彙整。

¹²效率值的標準差大，表示效率值變動幅度較大，穩定度較差。

表10 非意欲產出模型效率值(2012-2030年)

DMU	S00	S02	S04	S06	S08	S10	S11	S12
2012	1	1	1	1	1	1	1	0.9891
2013	0.9982	0.9984	0.9986	0.9987	0.9989	0.9991	1	0.9590
2014	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	1	0.9464
2015	0.9858	0.9863	0.9869	0.9874	0.9879	0.9885	0.9958	0.9292
2016	0.9820	0.9827	0.9834	0.9841	0.9849	0.9856	0.9989	0.9167
2017	0.9828	0.9837	0.9845	0.9854	0.9863	0.9872	0.9948	0.9083
2018	0.9900	0.9910	0.9921	0.9931	0.9941	0.9952	0.9999	0.9073
2019	0.9920	0.9928	0.9937	0.9945	0.9953	0.9960	1	0.9038
2020	0.9919	0.9928	0.9936	0.9945	0.9953	0.9960	1	0.9002
2021	0.9955	0.9959	0.9964	0.9969	1	0.9973	1	0.8999
2022	0.9964	0.9967	0.9971	0.9975	1	0.9976	1	0.9201
2023	0.9962	0.9965	0.9969	0.9974	1	0.9974	1	0.9348
2024	0.9968	0.9971	0.9974	0.9978	1	0.9975	1	0.9584
2025	0.9969	0.9971	0.9974	0.9979	1	0.9975	1	0.9970
2026	0.9968	0.9971	0.9973	0.9978	1	0.9993	1	0.9993
2027	0.9969	0.9971	0.9974	0.9978	1	1	1	0.9997
2028	0.9969	0.9971	0.9974	0.9979	1	1	1	0.9998
2029	0.9970	0.9972	0.9975	0.9979	1	1	1	0.9998
2030	0.9988	0.9990	0.9993	0.9996	1	1	1	1
第一期平均數	0.9918	0.9923	0.9929	0.9934	0.9943	0.9945	0.9989	0.9260
第一期標準差	0.0067	0.0064	0.0062	0.0059	0.0059	0.0054	0.0020	0.0300
第二期平均數	0.9970	0.9972	0.9975	0.9980	1.0000	0.9988	1.0000	0.9788
第二期標準差	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0000	0.0013	0.0000	0.0323
max	1	1	1	1	1	1	1	1
min	0.9820	0.9827	0.9834	0.9841	0.9849	0.9856	0.9948	0.8999
平均數	0.9943	0.9947	0.9951	0.9956	0.9970	0.9965	0.9994	0.9510
標準差	0.0054	0.0052	0.0050	0.0048	0.0051	0.0045	0.0015	0.0405

資料來源：本研究彙整。

在0.9788~1之間，標準差為0~0.0323之間，得知能源稅不繼續增額的第二期效率值較高。

課徵能源稅的七種情境中(S00、S02、S04、S06、S08、S10與S11)以政府統收統支(S11)表現較為優異，S11其可視為補貼綜所稅100%(S00)、營所稅80%綜所稅20%(S08)與補貼營所稅100%(S10)稅收配置各期自由調整，效率會比稅收配置長期不變的S00、S02、S04、S06等的效率為佳。

經過研究發現S08、S10與S11表現較佳原因與非意欲產出項有極大的關聯性，由表5、表6得知S08、S10與S11之二氧化碳(CO₂)平均值相

對於其他稅收配置少，因此非意欲產出模型之效率值將受到非意欲產出項目的數值高低而有影響。在增額課徵能源稅及其配套措施對能源消費量的影響時，政府應當先重視非意欲產出項目，例如二氧化碳(CO₂)的數值，並非縮減投入項目之資本、勞動與能源的數量。

5. 研究結果與建議

以CGE模型實證結果來看，不論是比较偏向補貼綜合所得稅(S00、S02、S04)、偏向補貼營利事業所得稅(S06、S08、S10)或是政府統收

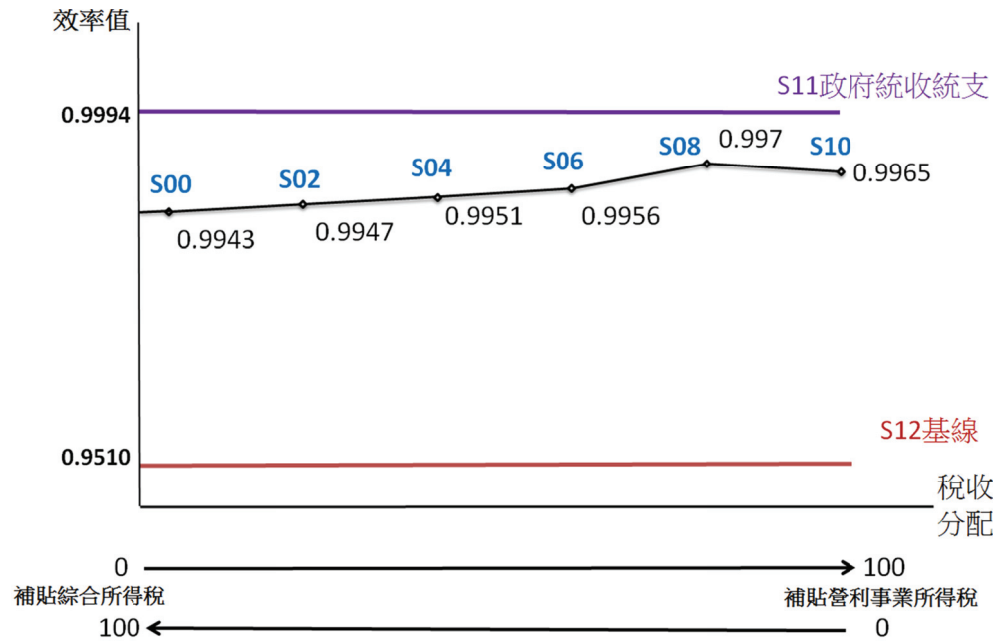


圖1 基線與能源稅效率值比較(本研究繪製)

統支自由調整補貼綜合所得稅或營利事業所得稅(S11)，在課徵能源稅的情形下，CO₂的排放量均較基線S12減少，年減少值在24.91~64.77百萬公噸之間。

能源稅全部補貼綜合所得稅(S00)的效果，在對於資本(K)與勞動(L)的衝擊相對小，統收統支(S11)在資本與勞動的衝擊最大；減排方面，以政府統收統支(S11)的效果最好；但在節能的效果上，以補貼營利事業所得稅80%(S08)的情境最佳，但若全部補貼營利事業所得稅(S10)節能效果反而最差，這可能是因為政府將能源稅收用於補貼廠商的營所稅，對廠商而言可視為能源的成本補貼，因此節能效果相對其他情境而言較不顯著。

另一方面，在勞動(L)的變化趨勢上，顯示廠商因應能源稅的課徵而逐年調整生產結構後，經濟體系與產業結構亦逐步進行調整，因此除有節能減排的效果外，亦發現勞動雇用(即就業量)有正成長的雙紅利的效果產生。因此在雙紅利檢驗方面，彙整研究成果如表11所示，不論短期(第一期)或長期(第二期)課徵能源稅皆能促使CO₂減量，第一重紅利必定成立。而課徵能源稅短期時就業量明顯下降，但相對

表11 雙重紅利檢驗

雙重紅利		短期	長期
第一重紅利	CO ₂ 減量	○	○
第二重紅利	就業量上升	×	△
	投入產出效率提升	○	○
最適策略		統收統支	統收統支

註：○：明顯存在、×：不存在、△：部分情形改善
資料來源：本研究彙整。

基線而言，投入產出效率已經改善；長期時就業量有機會上升，投入產出效率會進一步改善。

以非意欲產出模型的實證結果來看，課徵能源稅的七種情境中(S00、S02、S04、S06、S08、S10與S11)以政府統收統支(S11)表現較為優異，S11其可視為補貼綜所稅100%(S00)、營所稅20%綜所稅80%(S02)、營所稅40%綜所稅60%(S04)、營所稅60%綜所稅40%(S06)、營所稅80%綜所稅20%(S08)與補貼營所稅100%(S10)稅收配置各期自由調整，效率會比稅收配置長期不變的S00、S02、S04、S06、S08與S10等的效率為佳。

由本文的實證結果可發現，雖然課徵能源稅可以產生雙重紅利，尤其是希望在提高就業量或GDP上並不明顯，主要原因可能是由於能源稅本身會產生賦稅扭曲效果，即課徵了能源稅，有可能導致廠商成本增加，扭曲的效果若大於其他賦稅，將可能形成物價上漲、出口減少等問題。

如前所述，財政部已於2013年建議能源稅抵免對象改成貨物稅、印花稅及研發投資等用途，然而本文在時間因素限制下，目前暫時無法重新模擬新的模擬情境，此為本文的研究限制，未來將重啟模擬情境的設計，以符合現況。因此創造所謂「雙重紅利」的經濟效果，將值得期待。

參考文獻

- 中華經濟研究院(2009)，「綠色稅制之研究」，行政院賦稅改革委員會。
- 行政院財政部(2006)，「能源稅條例草案」研商會議會議資料，2006年10月18日，台北市。
- 江映瞳(2012)，《課徵能源稅之福利效果解析》，清雲科技大學碩士論文。
- 吳濟華和何柏正(2008)，組織效率與生產力評估－資料包絡分析法。臺北市：前程文化事業有限公司。
- 李涵茵(2002)，「環保、就業雙重紅利－歐洲綠色租稅改革之借鏡」，《臺灣綜合展望》，2，47-56。
- 周婉玲和黃宗煌(2007)，「環境稅費之雙紅利假說」，《碳經濟》，5，32-51。
- 林幸樺和蘇漢邦(2008)，「開徵能源稅之經濟影響評估：可計算一般均衡模型之應用」，《全球商管研究期刊》，3(2)，41-74。
- 莊忠柱和吳振國(2006)，「臺灣區農會信用部經營效率評估：非意欲因素資料包絡分析法的應用」，《東吳經濟商學學報》，52，1-26。
- 梁啟源(2007)，「我國永續發展之能源價格政策」，《臺灣經濟預測與政策》，37(2)，1-35。
- 梁啟源(2008)，「DGEMT模型與總體計量模型之整合評估」，2008兩岸能源、環境及經濟整合評估模型之理論與實務研討會，行政院原子能委員會核能研究所與中原大學，臺北。
- 黃宗煌、李秉正、徐世勳、林師模與劉錦龍(1999)，「TAIGEM模型建構暨減量策略之經濟評估」，行政院環境保護署88年度委託研究計畫。
- 黃宗煌(2008)，「京都議定書經濟影響評估模型之建立、持續維護及調整(3/5)」，行政院經濟建設委員會委辦專案研究計畫。
- 黃耀輝(2003)，「一舉兩得的環境財政改革：改善財政和提升綠色所得」，《農業與經濟》，30，80-119。
- 楊子菡、蘇漢邦(2002)，「綠色租稅改革的租稅福利成本與結構效果」，《農業與經濟》，29，29-54。
- 楊子菡、蘇漢邦、馬惠娟和徐世勳(2007)，「臺灣實施兩稅合一對經濟發展與所得分配之事後影響評估」，《人文及社會科學集刊》，19(3)，403-438。
- 楊浩彥(2009)，「能源稅的經濟效果－考慮參數不確定的可計算一般均衡分析」，《臺灣經濟預測與政策》，40(3)，79-125。
- 經濟部能源局(2010)，「國家節能減碳總計畫」，臺灣經濟論衡。
- 經濟部能源局(2012)，「101年能源統計月報」。
- 蘇漢邦(2005)，《兩稅合一制度對國內經濟與所得之事後影響評估》，臺灣大學博士論文。
- 蘇漢邦和莊建鏘(2011)，「能源稅與碳稅之影響比較分析」，兩岸低碳社會與綠色成長推動策略研討會，臺北市。

- Bergin, A., J. Fitz Gerald, I. Kearney. (2002), "The macro-economic effects of using fiscal instruments to reduce greenhouse gas emissions", paper to the Economic and Social Research Institute Conference, The sky's the limit: efficient and fair policies on global warming, Dublin, 35.
- Bosello, F., Carraro, C. (2001), "Recycling Energy Tax: Impacts on a Disaggregated Labour Market," *Energy Economics*, 23(5), 569-594.
- Bosetti, V., C. Carraro, Galeotti M., Massetti E., Tavoni M. (2006), "WITCH: A World Induced Technical Change Hybrid Model," *The Energy Journal*, 27, 13-37.
- Bosquet, B. (2000), "Environmental Tax Reform: Does it Work? A Survey of the Empirical Evidence," *Ecological Economics*, 34, 19-32.
- Burniaux, J.-M., Truong T. (2002), "GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model," GTAP Technical Paper, No. 16.
- Burniaux, J.-M., Martin J. P., Nicoletti G., Martins J. O. (1992), "GREEN a MultiSector, Multi-Region General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO₂ Emissions: A Technical Manual," OECD Working Paper, No. 116.
- Carpos, P., P. Karadeloglou, G. N. Mentzas, (1989), "Energy Policy Extensions of KLE Based Macroeconomic Models," *Journal of Policy Modeling*, 11(4), 507-530.
- Deroubaix, J. F., F. Lévêgue (2004), "The Rise and Fall of French Ecological Tax Reform: Social Acceptability versus Political Feasibility in the Energy Tax Implementation Process," *Energy Policy*, 24, 940-949.
- Dervis, K., de Melo J., Robinson S. (1982), *General Equilibrium Models for Development Policy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Dixon, P. B., B. R. Parmenter, Sutton J., Vincent D. P. (1982), *ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy*. Amsterdam: North-Holland.
- Färe, R., S. Grosskopf, C. Lovell, C. Pasurka (1989), "Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach," *The Review of Economics and Statistics*, 71(1), 90-8.
- Hanoch, G. (1971), "CRESH Production Functions," *Econometrica*, 39(5), 695-712.
- IPCC (2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
- Jacoby, H. D., J. M. Reilly, McFarland J. R., Paltsev S. (2006), "Technology and Technical Change in the MIT EPPA Model," *Energy Economics*, 28, 610-631.
- Kemfert, C. (2002), "An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate: The Model Wiagem," *Integrated Assessment*, 3(4), 281-298.
- Kouvaritakis, N., Paroussos L., Regemorter D. V. (2002), "The Macroeconomic Evaluation of Energy Tax Policies within the EU, with the GEM-E3-Europe Model," <http://www.e3mlab.ntua.gr/reports/TAXUDfinalreport.pdf>
- Liang, Q. M., Y. Fan, Y. M. Wei (2007), "Carbon Taxation Policy in China: How to Protect Energy-and Trade-Intensive Sectors?" *Journal of Policy Modeling*, 29(2), 311-333.
- Manne, A., R. Mendelsohn, R. Richels (1995), "MERGE: A Model for Evaluating Regional and Global Effects of GHG Reduction Policies," *Energy Policy*, 23(1), 17-34.
- Masui, T. (2005), "Policy Evaluations under Environmental Constraints using a

- Computable General Equilibrium Model,” *European Journal of Operational Research*, 166(3), 843-855.
- Nordhaus, W. D. (1993), “Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the ‘DICE’ Model,” *The American Economic Review*, 83(2), 313-317.
- Parry, I. W. H., A. M. Brento (2000), “Tax Deductions, Environmental Policy, and the ‘Double Dividend’ Hypothesis”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(1), 67-96.
- Pearce, D. (1991), “The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming,” *The Economic Journal*, 101(407), 938-948.
- Pigou, A.C. (1920). *The Economics of Welfare*. London: Macmillan.
- Popp, D. (2004), “ENTICE: Endogenous Technological Change in the DICE Model of Global Warming,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 48(1), 742-768.
- Seiford, L. M., J. Zhu (2002), “Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation,” *European Journal of Operational Research*, 142(1), 16-20.
- Sueyoshi, T., M. Goto, (2012), “Returns to Scale, Damages to Scale, Marginal Rate of Transformation and Rate of Substitution in DEA Environmental Assessment,” *Energy Economics*, 34(4), 905-917.
- Sueyoshi, T., M. Goto, T. Ueno (2010), “Performance Analysis of US Coal-Fired Power Plants by Measuring Three DEA Efficiencies,” *Energy Policy*, 38(4), 1675-1688.
- Terkla, D. (1984), “The Efficiency Value of Effluent Tax Revenues,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 11(2), 107-123.
- Tietenberg, T. H. (1990), “Economic Instruments for Environmental Regulation,” *Oxford Review of Economic Policy*, 6(1), 17-33.
- Vehmas, J. (2005), “Energy-Related Taxation as an Environmental Policy Tool-The Finnish Experience 1990-2003,” *Energy Policy*, 33(17), 2175-2182.

The Impact of Energy Tax on the Allocative Efficiency of Tax Revenue and Double Dividend

Hsing-Hua Lin¹ Kai-Chiung Peng^{2*} Han-Pang Su³

ABSTRACT

This paper uses the computable general equilibrium model (CGE model) to simulate the impact of the energy tax on Taiwan's overall economic variables and CO₂ emissions for different tax distributions. Under the revenue-neutral condition, the simulation results demonstrate a CO₂ emission reduction compared with the baseline case no matter adopting income tax subsidies, corporate income tax subsidies, or government unified revenue. Furthermore, applying the simulation results by the CGE model into the undesirable output model, the study analyzes and compares the efficiency of different tax distributions. The results indicate that the efficiency for the government unified revenue scenario is the best and the baseline case is the worst. In addition, the efficiency for the allocatable tax revenue case will be better than the non-allocatable case. Regarding the double dividend, the first dividend is tenable because of a CO₂ emission reduction resulting from the energy tax for both the long run and short run. On the other side, the efficiency of input-output is better than the baseline case, hence the second dividend might be feasible in the long run.

Keywords: Energy tax, CGE model, Undesirable output model, Double dividend

¹ Assistant Professor, Department of Finance, Chien Hsin University of Science and Technology.

² Associate Professor, Department of International Business, Chien Hsin University of Science and Technology.

³ Director, The Third Research Division, Taiwan Research Institute.

*Corresponding Author, Phone: +886-912-710420, E-mail: pkc420m@gmail.com

Received Date: January 20, 2016

Revised Date: May 14, 2016

Accepted Date: June 29, 2016