

# 能源前瞻計畫策略性目的之探討

黃偉倫\*

## 【摘要】

本文旨在探討能源前瞻計畫對政府目標(增加社會福祉或增加選民支持)的影響，進而了解政府實施能源前瞻計畫的策略性目的。除了能源前瞻計畫之議題諮詢目的外，能源前瞻計畫還能提供能源使用單位訊息—新/再生能源網路系統的預告，本文利用數學模型證明當能源網路系統具邊際成本遞減性及間接網路外部性時，能源前瞻計畫對能源使用單位幾無影響，則政府執行能源前瞻計畫不會增加社會福祉。再則，能源前瞻計畫提供其他政治團體訊息—政府將推動新/再生能源政策，本文利用數學模型證明能源前瞻計畫可阻止其他政治團體進入此議題，使得政府執行能源前瞻計畫可能會增加選民支持，進而證明能源前瞻計畫之策略性目的可能是政府的自利行為。

**關鍵詞：**能源前瞻計畫、邊際成本遞減性、間接網路外部性、政治市場競爭策略

**JEL 分類代號：** D21, H89, Q41, Q48

---

\*作者為中華技術學院財務金融系主任，台北市南港區 11581 研究院路三段 245 號，電話 (02)2786-4501，傳真：(02)2786-4574，電子郵件：hippoobee@yahoo.com.tw



## 前 言

由於煤炭、石油及天然氣等化石燃料存量有限且能源科技變動快速，許多國家透過能源前瞻計畫來追蹤能源科技趨勢及規劃能源政策。能源前瞻計畫是各國研究機構的能源科技長程(10-15年)評估計畫，其目的是預測未來的能源科技及分析各國能源部門的現有資源與發展利基，進而規劃各國能源政策及預算(本文稱之為議題諮詢目的)。如荷蘭經濟部(Ministry of Economic Affairs, MER)利用專家訪談法來訪問企業、大學及研究機構等的專家群，並於1998年提出技術雷達計畫。(見MER(1998))或如韓國科技部(Ministry of Science and Technology, MOST)透過科技評估與規劃院(Korean Institute of Science and Technology Evaluation and Planning, KISTEP)利用德爾菲法來進行未來生活形態和技術之願景計畫(第一次於1993年，最近為2003年的第三次)。(見MOST(2000))\*\*\*\*\*

各國能源前瞻計畫結論都認為未來能源科技是燃料電池、太陽能、再生能源及核融合等新/再生能源科技，所以其能源政策建議大多是新/再生能源的研發與使用及能源運輸、儲存與使用等設備與系統(能源網路系統)的轉換。各國能源前瞻計畫都認為能源科技將由化石燃料科技發展為新/再生能源科技，但現今(2010年)大多數政府、企業及個人等能源使用單位的化石燃料能源網路系統(如能源的探勘、輸送、通路、儲存與使用等設備)與新/再生能源網路系統不同，如新/再生能源網路系統需較化石燃料能源網路系統增加雙向電流、多電源、額外的接地路徑及新的保護設計等(見Wills and Walter (1999))，所以各國能源前瞻計畫都建議能源使用單位應使用新/再生能源科技，並轉換能源網路系統來推廣新/再生能源科技。

如美國科技政策協會(Science and Technology Policy Institute, STPI)綜合總統科技諮詢委員會及國家科技諮詢小組等各方專家意見，而在1995年針對能源領域提出國家關鍵技術報告，且重點之一是電池與電容器等新/再生能源的儲存、調

---

\*\*\*\*\* KISTEP 前身是科技政策研究院(Science and Technology Policy Institute, STEPI)，第一次是由 STEPI 執行，第二次及第三次由 KISTEP 執行，第三次的方法除德爾菲法外，還增加情境分析法，且結果報告為韓國 2030 願景(Vision 2030 Korea)。



變、配送及輸送技術。(見STPI(1995))或如日本科學技術政策研究所(National Institute of Science and Technology Policy, NISTEP)與文部科學省利用兩輪德爾菲法來進行科學與技術前瞻調查(第一次於1971年,最近為2005年的第八次),且第六次結論就設定新/再生能源普及化(新/再生能源使用及新/再生能源網路系統全面轉換)時程為2018年。(見NISTEP(1999))

各國能源前瞻計畫結論大同小異,但自STPI(1995)等至今(2010年)的十幾年間,許多國家仍陸續實施能源前瞻計畫,所以本文之目的是想要了解各國政府實施能源前瞻計畫之目的是否包括議題諮詢目的以外之其他目的。如歐盟執行委員會(European Commission, EC)聯合研究中心(Joint Research Centre, JRC)前瞻性技術研究單位(Institute for Prospective Technological Studies, IPTS)整理與分析日本、美國、英國、紐西蘭、奧地利、德國與澳洲等12個國家的前瞻計畫結果,且在1999年公布未來計畫,其整理結果發現各國前瞻計畫都建議使用地熱、風能、太陽熱能、太陽光能、生質能、廢熱、波浪與潮汐等新/再生能源,以及推動超導體與氫氣等新/再生能源網路系統。(見EC(1999))

根據各國能源前瞻計畫的相關文獻及實施方法,本文認為政府實施能源前瞻計畫之目的應該包括議題諮詢目的與策略性目的,其策略性目的則可能是讓能源使用單位轉換能源網路系統(第一種策略性目的),二則可能是讓其他政治團體知道新/再生能源政策是未來的能源政策(第二種策略性目的)。本文對策略之定義是政黨賽局的政府可採取之行動計畫,而策略性目的是政府策略所要達到之目的。如Grupp and Limestone(1999)認為前瞻計畫是社會協商系統的溝通手段,本文認為其原因是由於能源前瞻計畫是透過專家訪談或德爾菲法(團體決策的研究方法)來取得共識,所以政府可藉由能源科技政策之協商及研議過程讓能源使用單位及其他政治團體了解未來的能源政策。

第一種及第二種策略性目的之政府效益應是社會福祉及選民支持的增加,所以本文將整理各國能源前瞻計畫與能源網路系統特性等相關文獻作為模型基礎,再利用圖形及經濟模型來探討能源前瞻計畫對政府效益的影響,進而確認政府實施能源前瞻計畫之策略性目的。第一種策略性目的應可降低能源使用單位轉用新/



再生能源網路系統的社會成本，則其政府效益是社會福祉的增加；第二種策略性目的應可阻止其他政治團體進入此議題，則其政府效益是選民支持的增加。

本文含前言共分四部分，第二部分針回顧能源前瞻計畫及策略性目的等相關文獻來建立模型設定；第三部分設定數理模型來探討能源前瞻計畫之策略性目的；第四部分為結語。

## 壹、文獻回顧及理論探討

本文之目的是確認政府實施能源前瞻計畫之目的是否包括策略性目的，所以此部分依能源前瞻計畫及策略性目的等二個重點分述如下：

### 一、能源前瞻計畫

因能源短缺問題，能源前瞻計畫是各國科技前瞻計畫必有的子領域計畫，且因能源與資源或環境有密切的關係，所以許多國家能源前瞻計畫內容還涵蓋資源或環境的前瞻計畫。本文以國名(領域名)整理各國科技前瞻計畫可得美國(能源效率、能源儲存、調變、配送與輸送、改善能源產生)、南非(能源)、奈及利亞(能源)、英國(能源、能源與自然環境、海生能源)、葡萄牙(能源)、荷蘭(環境與能源、省電技術)、愛爾蘭(能源)、希臘(能源)、法國(能源)、德國(能源、能源與資源)、芬蘭(能源)、南韓(能源)、新加坡(能源)、紐西蘭(能源)、日本(資源與能源)及菲律賓(能源)等能源前瞻計畫。<sup>\*\*\*\*\*</sup>

各國能源前瞻計畫的主要結論皆為未來能源科技是新/再生能源科技，只因各國著眼點不同，所以結論重點有所不同。部分國家積極搶占新/再生能源的市場，如美國著重燃氣渦輪機、燃料電池、新一代核反應器、先進型電源供應器與再生能源等；或如日本強調轉換效率達20%以上的大面積薄膜太陽電池、百萬瓦級風力發電系統、生質原料的高效率能源、住宅電力的太陽電池等。部分國家加強節能

---

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 資料來源為 STPI(1995)、NISTEP(1999)、MER(1998)、MOST(2000)、Department of Trade and Industry (DTI, 2000)、Department of Arts, Culture, Science and Technology (DACST, 1999)。



技術，如韓國發展能源效率增進技術及電子設備及電器用品的能源效率改善技術；或如荷蘭推廣製程再設計(能源消費的減少)、觸媒作用(能源消費化學製程的替代方案)、製程整合(殘留熱能的再使用)、製程控制與感測器(製程的能源有效控制)、製程分離(熱分離製程替代方案的發展)與生物技術製程(能源消費化學製程的替代方案)等。(見STPI(1995)、MER(1998)、NISTEP(1999)、MOST(2000))

本文整理能源前瞻計畫的相關文獻發現，能源前瞻計畫可能是政府的低成本能源政策溝通工具及政治競爭策略(能源及環保議題)。如各國能源前瞻計畫大多利用德爾菲法、腦力激盪法與名義團體技術法等透過專家意見之溝通或協商來達到共識的方法，且其結論會廣泛地向大眾宣傳，則能源前瞻計畫應可視為一種政策溝通工具及政治競爭策略。<sup>\*\*\*\*\*</sup>

根據上述的探討，本文設定第一種策略性目的是改變能源使用單位的決策來增加社會福祉，第二種策略性目的是改變其他政治團體的決策來增加選民支持。如Grupp and Limestone(1999)認為前瞻計畫一則是社會協商系統的溝通手段，前瞻計畫透過不同團體間之溝通來協助科技政策的制定；二則是科技投資的跨國比較及回饋調整程序，前瞻計畫比較各國科技投資項目與金額，再將結果回饋修正本國科技的投資方向，進而增加本國的危機處理能力及環境適應彈性；三則是區域或國家創新系統的一環，政府透過前瞻計畫來促進區域或國家創新系統的發展，進而增加國家競爭力；四則是各國共同解決國際性問題的新機制，如經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)及歐洲聯盟都透過前瞻計畫來促進各國科技政策的比較及經驗交流。

為了探討第一種及第二種策略性目的之概念，本文在2.2進一步了解其相關文獻。

## 二、政策管理與相關概念

根據能源前瞻計畫結論已確定的假設，第一種策略性目的之成立與否在於能源使用單位是否改用新/再生能源網路系統，且能源網路系統的特性應是化石

---

<sup>\*\*\*\*\*</sup>能源前瞻計畫的其他方法包括層級分析法、趨勢外插法、文獻計量分析法與情境分析法等。



燃料能源網路系統與新/再生能源網路系統(兩類能源網路系統)成本效益差異的主因，所以本文將探討能源網路系統的特性來做為模型假設之依據。其原因是由於能源前瞻計畫結論提供能源使用單位在能源網路系統多了一個選擇—新/再生能源網路系統，且能源使用單位在能源網路系統之選擇標準應是成本效益的比較。

根據能源網路系統之相關文獻可知，能源網路系統的特性有邊際成本遞減性及間接網路外部性。由於能源網路系統是由能源探勘、輸送、儲存與使用等設備所架構的網路系統，其成本大多為建置成本、互聯成本、學習成本及風險成本等沉沒成本，則能源網路系統供給量越高時的邊際成本越低(即邊際成本遞減性)。<sup>§§§§§§</sup>(見World Energy Council(1994)、Benner and Kazmerski (1999)與Shy(2001, 2002))

能源使用單位使用能源網路系統之效益會受到互補性產品多樣性及周邊支援產品完整性的影響(即間接網路外部性)，其原因是由於能源使用單位非常注重能源網路系統的穩定性及品質。消費者對某產品的消費行為會受消費人數或互補性商品數目所影響時，則該產品的特性為直接或間接網路外部性。如消費者使用電腦之效用取決於其作業系統或應用程式的多樣性，或如消費者使用車輛之效用取決於保養維護設備與服務的完整性。(參見Bental and Spiegel (1995)，Shy (2000)及Clements (2004))

根據上述的探討，本文設定兩類能源網路系統的供給曲線為負斜率(因其邊際成本遞減性)及其需求曲線為倒 U 型。能源網路系統的需求曲線由兩部分構成，第一部分是能源使用單位對能源網路系統的需求，則能源網路系統的邊際願付價格應與使用量成反比(因需求律)；第二部分是能源使用單位對能源網路系統互補品的需求，則能源網路系統的邊際願付價格應與使用量成

---

<sup>§§§§§§</sup> 互聯成本為兩類能源網路系統的互聯設備成本、輸配系統改善成本及協調成本等。風險成本是避免系統出錯(風險)設備的建置成本，其原因是由於能源使用單位對新/再生能源網路系統相關知識的不足等。



正比(因其間接網路外部性)，所以能源網路系統需求曲線應是倒U型(如 Rohlfs(1974)及Economides(1996)的需求函數也是倒U型)。<sup>\*\*\*\*\*</sup>

本文分能源前瞻計畫實施前後的兩種情境來探討能源網路系統市場的均衡結果(見圖1)，進而了解能源使用單位是否會因能源前瞻計畫結論而改用新/再生能源網路系統。

第一種情境為能源前瞻計畫實施前的能源網路系統市場，其只有化石燃料能源網路系統且供給曲線為  $S_1$ ；第二種情境為能源前瞻計畫實施後的能源網路系統市場，其同時存在兩類能源網路系統且新/再生能源網路系統的供給曲線為  $S_2$ 。再則，為簡化圖形探討，本文假設需求曲線為D(兩類能源網路系統需求曲線重疊)及能源網路系統的總量固定為  $Q_N$ 。

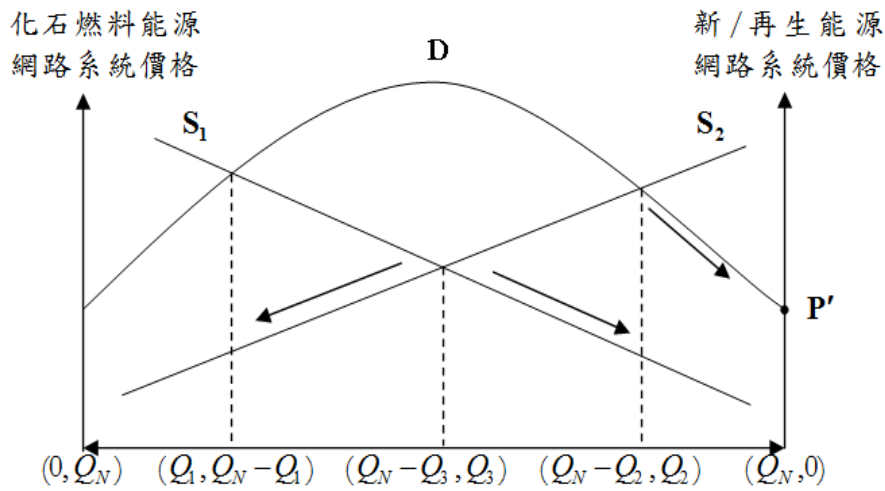


圖 1 兩類能源網路系統的市場均衡

資料來源：本文探討目錄 Bental and Spiegel (1995)、Shy (2000)及 Clements (2004 等所得。

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 由於互補品使用量的增加會使生產過程越不會因能源網路系統的突發事件(如斷電等)而中斷，也就是邊際願付價格與互補性產品使用量成正比。



第一種情境的能源網路系統市場僅有  $S_1$  及  $D$ ，則由圖1可知，能源網路系統市場的均衡結果是能源市場為完全覆蓋—所有能源使用單位皆使用化石燃料能源網路系統，且化石燃料能源網路系統供給廠商並無誘因將價格設定低於  $P'$ 。其原因是由於市場均衡量低於  $Q_1$  時，因供給價格高於需求價格，則市場均衡量會隨時間而發散至零。或市場均衡量等於  $Q_1$  時，因供給價格等於需求價格，則市場均衡量不會隨時間而變動；但  $Q_1$  是馬鞍點，一旦偏離則會隨時間而發散至零或  $Q_N$ 。或市場均衡量高於  $Q_1$  時，因需求價格高於供給價格，即使供給者提高定價至  $P'$  (最高)，市場均衡量都會隨時間而發散至  $Q_N$ 。

第二種情境的能源網路系統市場有  $S_1$ 、 $S_2$  及  $D$ ，則由圖1可知，在化石燃料能源網路系統早已存在的現今，新/再生能源網路系統的市場均衡量須大於或等於  $Q_3$  時，新/再生能源網路系統才可能存在。其原因是由於新/再生能源網路系統市場均衡量等於  $Q_2$  時，新/再生能源網路系統供給價格高於化石燃料能源網路系統供給價格，使得新/再生能源網路系統的市場均衡量會隨時間而發散至零，亦即所有能源使用單位皆使用化石燃料能源網路系統。若新/再生能源網路系統市場均衡量等於  $Q_3$  時，兩類能源網路系統供給價格相同，則新/再生能源網路系統市場均衡量不會隨時間而變動；但  $Q_3$  是馬鞍點，一旦偏離則會隨時間而發散至零或  $Q_N$ 。若新/再生能源網路系統市場均衡量大於  $Q_3$  時，新/再生能源網路系統供給價格低於化石燃料能源網路系統供給價格，則新/再生能源網路系統市場均衡量會隨時間而發散至  $Q_N$ 。

根據上述兩種情境的探討可知，能源前瞻計畫結論應對能源使用單位影響有限，也就是第一種策略性目的應不成立。在能源網路系統具邊際成本遞減性及間接網路外部性的假設下，雖然新/再生能源網路系統市場均衡量可能會因能源前瞻計畫(政府政策支持)而增加，但其增加量有限且應隨著時間而發散至零。

實證結果也證實第一種策略性目的應不成立，如化石燃料在現今及可預期的未來20年間仍是主要能源。International Energy Agency(IEA, 2004)統計2003年全球能源供應量比例約為石油的34.2%、煤的24.2%、天然氣的21.9%、核能的6.5%、水力及其他可再生能源的13.2%，且預期上述比例直至2030年也大致相同。





除非化石燃料能源網路系統價格因化石燃料產量下降而大幅提昇，或新/再生能源網路系統價格因技術進步而大幅下降，新/再生能源網路系統市場均衡量才有可能會隨時間而發散至  $Q_N$ 。此結果與路徑相依的相關文獻之重要結論類似，亦即較佳產品可能會因邊際成本遞減性而未被消費者採用。(參見 Bensen and Farrell(1994)，Katz and Shapiro(1994)，Liebowitz and Margolis (1995))

根據能源前瞻計畫結論已確定的假設，第二種策略性目的之成立與否在於其他政治團體是否會提出新/再生能源的相關政策。其原因是由於能源前瞻計畫結論提供其他政治團體訊息—政府將提出新/再生能源相關政策，若其他政治團體相信政府將在近期內推動新/再生能源相關政策，則可能認為化石燃料與新/再生能源相關政策皆無法爭取選民而不進入能源議題的政治市場。(相關概念參見 Eliashberg and Robertson (1988) 及 Bayus, Jain and Rao (2001) 等)

現今並無相關文獻，但許多文獻都以理論或實證證明政策或政見可能只是政黨為了勝選的策略，如 Downs (1957) 利用 Hotelling 模型探討美國的兩黨政策，Eaton and Lipsey (1975) 則探討多黨政策。但許多的市場競爭文獻都證明產品預告(其概念類似能源前瞻計畫結論)是一種競爭策略，如 Heil and Langvardt(1994) 探討無效的產品預告所造成的反競爭情境；Farrell and Saloner(1985) 證明當產品有網路外部性，產品預告可能會影響消費者選擇；Dranove and Gandal(2003) 證明 DVD 的延遲採用是由於美國最大電子零售商的產品預告。

為了進一步驗證上述推論，本文將於第三部分建立數理模型來探討能源科技前瞻計畫對能源使用單位決策(能源網路系統消費量)及其他政治團體的影響。

## 貳、數理模型

### 一、第一種策略性目的

由 2-2 可知，能源前瞻計畫結論會提供新/再生能源網路系統的訊息給能源使用單位，所以本模型的重點是探討能源使用單位是否會因新/再生能源網



路系統的增加而轉換能源網路系統。

本模型假設能源使用單位的生產函數之投入要素為能源、能源網路系統及其他要素。能源使用量分別為化石燃料使用量(A)及新/再生能源使用量(B)等兩類；兩類能源網路系統使用量分別為化石燃料能源網路系統使用量( $K_A$ )及新/再生能源網路系統使用量( $K_B$ )等兩類，且能源網路系統的使用量應與能源使用量成一定比例，即  $K_A = g(A)$  或  $K_B = g(B)$ ， $g' > 0$ ， $g'' < 0$ ；其他要素使用量則以  $K_O$  表示。

經濟體系假設存在N家齊質的能源使用單位，兩類能源網路系統之能源使用單位數為  $n_A$  及  $n_B$ ，且能源使用單位不能同時使用兩類能源網路系統，則  $n_A + n_B = N$ 。

兩類能源使用單位總數對生產函數的影響假設為  $f(n_A)$  及  $f(n_B)$ ，且  $f' > 0$ ， $f'' < 0$ ， $\lim_{n_A \rightarrow 0 \text{ or } n_B \rightarrow 0} f' = \infty$ ， $\lim_{n_A \rightarrow \infty \text{ or } n_B \rightarrow \infty} f' = 0$ ，所以  $f(\cdot)$  為兩次連續可微分之非遞減凹函數。其原因是由於能源網路系統具間接網路外部性，其意涵是當某能源網路系統之能源使用單位越多，該能源網路系統之能源使用單位的產量越大，所以本模型參考Katz and Shapiro(1985)將能源使用單位的生產函數設定為兩類能源使用單位總數之函數。<sup>\*\*\*\*\*</sup>

能源價格( $P_A$ 、 $P_B$ )、要素價格( $P_K$ )及能源使用單位的產出價格( $P_Y$ )是外生設定，且能源網路系統具邊際成本遞減性，則兩類能源網路系統成本假設為  $P_K K_A / h(n_A)$  及  $P_K K_B / h(n_B)$ ， $h' > 0$ ， $h'' < 0$ ， $\lim_{n_A \rightarrow 0 \text{ or } n_B \rightarrow 0} h' = \infty$ ， $\lim_{n_A \rightarrow \infty \text{ or } n_B \rightarrow \infty} h' = 0$ ，所以  $h(\cdot)$  為兩次連續可微分之非遞減凹函數。

根據上述的探討，能源使用單位的生產函數假設為  $Y = f(n_A)F(A, K_O)$  或  $Y = f(n_B)F(B, K_O)$ ，且能源使用單位利用兩類能源系統的利潤函數( $\pi_A(A, K_O)$ ， $\pi_B(B, K_O)$ )假設為：

---

<sup>\*\*\*\*\*</sup>此假設之目的在於確保能源使用單位成本變動不會隨能源使用單位數增加而致發散。



$$\begin{aligned}\pi_A(A, K_O) &= P_Y Y - P_A A - P_K (K_A + K_O) \\ &= P_Y f(n_A) F(A, K_O) - P_A A - P_K (g(A)/h(n_A) + K_O)\end{aligned}$$

$$\text{或 } \pi_B(B, K_O) = P_Y f(n_B) F(B, K_O) - P_B B - P_K (g(B)/h(n_B) + K_O)。$$

本文分能源前瞻計畫實施前後的兩種情境探討，第一種情境為能源前瞻計畫實施前的能源網路系統市場，能源使用單位只能使用化石燃料，即  $n_A = N$ ，且能源使用單位是選擇能源及其他要素的投入量來使利潤極大化，亦即  $\text{Max}_{A, K_O} \pi_A(A, K_O)$ ，則一階條件為：

$$d\pi_A(A, K_O)/dA = 0 \Rightarrow P_Y f(N) dF(A, K_O)/dA = P_A + P_K (dg(A)/dA)/h(N) \quad (1)$$

$$d\pi_A(A, K_O)/dK_O = 0 \Rightarrow P_Y f(N) dF(A, K_O)/dK_O = P_K \quad (2)$$

由(1)可知，A之邊際生產力等於A之價格與能源網路系統邊際成本的總和；由(2)可知， $K_O$ 的邊際生產力等於資本價格；由(1)及(2)的比較結果可知，A與 $K_O$ 的邊際生產力比不是要素價格比，其原因是由於能源網路系統使用量會受能源使用量的影響。

第二種情境為能源前瞻計畫實施後的能源網路系統市場，能源使用單位因能源前瞻計畫而可選擇新/再生能源，所以能源使用單位的決策過程應先在兩類能源的利潤函數選擇最佳利潤函數，再選擇能源及其他要素的投入量來使利潤極大化。

$$\text{Max}_{\pi_A, \pi_B} \left\{ \text{Max}_{A, K_O} \pi_A(A, K_O), \text{Max}_{A, K_O} \pi_B(B, K_O) \right\}。$$

本文利用倒推法求解。第一步先計算兩類能源及其他要素的能源使用單位利潤極大之投入量，第二步再利用第一步的結果來比較能源使用單位利用兩類能源的最大利潤而得最佳利潤函數，其結果就意涵能源使用單位決定使用化石燃料或新/再生能源。為了確切了解各變數之影響，本文將以特定函數求解。



第一步是求解  $\text{Max}_{A, K_O} \pi_A(A, K_O)$  及  $\text{Max}_{B, K_O} \pi_B(B, K_O)$ ；為了簡化，本文假設  $f(n_A) = h(n_A) = \sqrt{1+n_A}$ ， $F(A, K_O) = A^\alpha (g(A)K_O)^{1-\alpha}$  (Cobb-Douglas 函數) 且  $g(A) = A$ ，則  $F(A, K_O) = AK_O^{1-\alpha}$ 。根據上述假設可得

$$\text{Max}_{A, K_O} \pi_A(A, K_O) = P_Y \sqrt{1+n_A} A \times K_O^{1-\alpha} - P_A A - P_K (A/\sqrt{1+n_A} + K_O)$$

則一階條件為

$$P_Y \sqrt{1+n_A} \times (K_O^*)^{1-\alpha} - P_A - P_K / \sqrt{1+n_A} = 0 \quad (3)$$

$$(1-\alpha) P_Y \sqrt{n_A} A^* (K_O^*)^{-\alpha} - P_K = 0 \quad (4)$$

由(3)及(4)可知，能源及其他要素的投入量最適解  $(A^*, K_O^*)$  為：

$$A^* = P_K (P_A + P_K / \sqrt{1+n_A})^{\alpha/(1-\alpha)} (1-\alpha)^{-1} (P_Y \sqrt{1+n_A})^{-1/(1-\alpha)} \quad (5)$$

$$K_O^* = (P_A + P_K / \sqrt{1+n_A})^{1/(1-\alpha)} (P_Y \sqrt{1+n_A})^{-1/(1-\alpha)} \quad (6)$$

同理可得， $\text{Max}_{B, K_O} \pi_B(B, K_O)$  之最適解  $(B^*, K_O^{**})$  為：

$$B^* = P_K (P_B + P_K / \sqrt{1+n_B})^{\alpha/(1-\alpha)} (1-\alpha)^{-1} (P_Y \sqrt{1+n_B})^{-1/(1-\alpha)} \quad (7)$$

$$K_O^{**} = (P_B + P_K / \sqrt{1+n_B})^{1/(1-\alpha)} (P_Y \sqrt{1+n_B})^{-1/(1-\alpha)} \quad (8)$$

第二步是利用第一步所求得之  $(A^*, K_O^*)$  及  $(B^*, K_O^{**})$  來計算能源使用單位選擇兩種能源之最大利潤  $\pi_A(A^*, K_O^*)$  及  $\pi_B(B^*, K_O^{**})$ ，則第二種情境的能源使用單位之最大利潤受兩類能源價格及兩類能源網路系統之能源使用單位數所影響(見表1)。其原因是由(5)、(6)、(7)、(8)可知

$$\pi_A(A^*, K_O^*) = G(P_A, P_{K_O}, n_A) \text{ 及 } \pi_B(B^*, K_O^{**}) = G(P_B, P_{K_O}, n_B) \quad (9)$$



且  $\pi_A$  與  $\pi_B$  的函數形式及  $P_{K_0}$  一致，則  $\pi_A$  與  $\pi_B$  的比較結果可根據  $P_A$  與  $P_B$  和  $n_A$  與  $n_B$  的大小關係所決定。

表1 能源前瞻計畫結論對能源使用單位決策結果的影響

		兩類能源網路系統之能源使用單位數		
		$n_A > n_B$	$n_A = n_B$	$n_A < n_B$
兩類能源價格	$P_A > P_B$	未定 (取決於各數值)	B	B
	$P_A = P_B$	A	A 或 B	B
	$P_A < P_B$	A	A	未定 (取決於各數值)

資料來源：本文探討所得。

由表1可知，能源使用單位會選擇能源使用單位數較多或能源價格較低的能源種類，但當兩類能源價格且兩類能源網路系統之能源使用單位數互有高低時，則能源使用單位選擇結果取決於各外生變數之數值大小。其原因是由於當兩類能源價格相同，兩類能源網路系統之能源使用單位數較多者的利潤較高，或當兩類能源網路系統之能源使用單位數相同，兩類能源價格較低者的利潤較高。

就現今的實際狀況而言，化石燃料能源價格較新/再生能源價格低，且化石燃料能源網路系統之能源使用單位數較新/再生能源網路系統之能源使用單位數多，則能源使用單位應會選擇化石燃料能源網路系統，則能源前瞻計畫結論對能源使用單位幾無影響。

為了深入瞭解能源前瞻計畫對能源使用單位的影響，本文將根據上述的模型假設來探討能源使用單位的能源選擇賽局以及兩類能源網路系統轉換成本對能源使用單位之能源選擇結果的影響。現今很多國家都補助新/再生能源的使用，化石燃料能源價格應高於或等於補助扣掉的新/再生能源價



格，但仍甚少能源單位使用新/再生能源，本文認為其原因包括各能源使用單位之能源選擇策略互動的結果以及兩類能源網路系統轉換成本。

為簡化探討，兩類能源價格假設相同，則由(9)可知

$$\pi_A(A^*, K_O^*) = H(n_A) \text{、} \pi_B(B, K_O^{**}) = H(n_B) \quad (10)$$

即第二種情境的能源使用單位之最大利潤僅受兩類能源網路系統之能源使用單位數所影響，且第二種情境的能源使用單位的能源選擇問題為表2之報酬矩陣。舉例說明，若某能源使用單位及其他所有能源使用單位都選擇A，A之能源使用單位數為N，則某能源使用單位及其他所有能源使用單位報酬為(H(N), (N-1)H(N))。

表2 各能源使用單位的能源選擇賽局

		其他所有能源使用單位(0)	
		選擇A	選擇B
某能源使用單位	選擇 A	(H(N), (N-1)H(N))	(H(1), (N-1)H(N-1))
	選擇 B	(H(1), (N-1)H(N-1))	(H(N), (N-1)H(N))

資料來源：本文探討所得。

根據表2可知，納許均衡策略是(選擇A，選擇A)或(選擇B，選擇B)，因所有能源使用單位在第一種情境皆使用A，且由A換B也需成本，則某能源使用單位應會預期其他所有能源使用單位仍持續使用A，所以(選擇A，選擇A)應是實際存在的最適解。

另一方面，能源網路系統轉換成本假設為 $S_A$ ，則由(9)及表2可知，新加入的能源使用單位是根據能源使用單位利用新/再生能源或化石燃料能源之



邊際利潤差異 ( $dG(P_B, P_{K_0}, I)/dY - dG(P_A, P_{K_0}, N)/dY$ ) 與邊際轉換成本 ( $dS_A/dY$ ) 的比較結果來選擇能源種類，其概念見圖2。

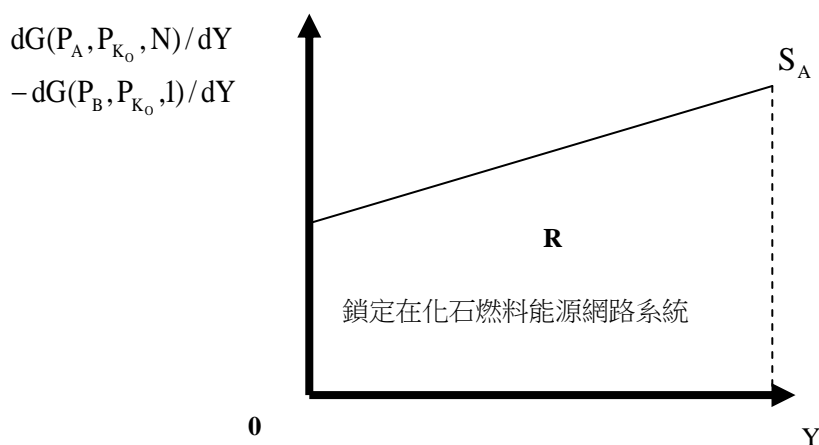


圖2 能源使用單位的能源選擇結果圖(考量能源網路系統轉換成本)  
資料來源：本文探討目錄Bental and Spiegel (1995)、Shy (2000)及 Clements (2004)等所得。

由圖2可知，只要能源使用單位利用新/再生能源網路系統與化石燃料能源網路系統邊際利潤的差異小於或等於邊際轉換成本(也就是區域R)，新加入的能源使用單位會選擇化石燃料能源網路系統，且被隨之而來的使用量強化此結果，而使新加入的能源使用單位被鎖定在此能源網路系統。

在上述的函數假設下，某能源使用單位會由化石燃料能源換新/再生能源的前提是化石燃料能源價格遠高於新/再生能源價格，但在實務上，這是短期不可能的事。就臺灣而言，幾乎所有能源使用單位都使用化石燃料能源網路系統，故新加入的能源使用單位已鎖定在化石燃料能源網路系統。雖台灣政府積極推動新/再生能源網路系統的使用，除非政府與能源使用單位進一步的配合，並提出相關的補助措施，才能達到目標。



總結這部份的探討可知，政府執行能源前瞻計畫應不會增加社會福祉，也就是第一種策略性目的應不成立。模型證明當能源網路系統具邊際成本遞減性及間接網路外部性時，即使能源前瞻計畫提供能源使用單位第二種能源（新/再生能源）的訊息，但對能源使用單位仍無影響。

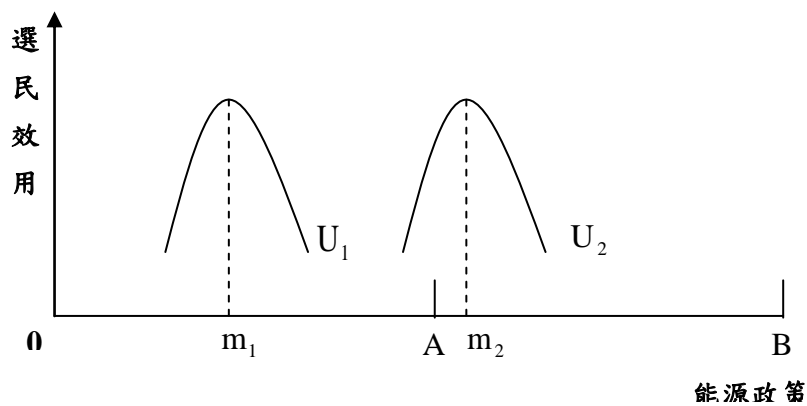
## 二、第二種策略性目的

本文將以二階段的訊號賽局探討政府是否會以能源前瞻計畫來阻止其他政治團體進入能源政策市場，進而證明能源前瞻計畫第二種策略性目的可能存在。根據第二部份對能源前瞻計畫第二種策略性目的之探討可知，能源前瞻計畫結論提供其他政治團體訊息—政府已提出新/再生能源相關政策，希望其他政治團體不會提出新/再生能源的相關政見，即政府實施能源前瞻計畫時可能存在策略性的反競爭意圖。

政府與其他政治團體的能源政策市場競爭過程分起始狀況及兩個市場競爭階段來說明（見圖3），圖3的假設是能源政策的單維和選民偏好的單峰（對稱）。在起始狀況，能源市場只有化石燃料能源，則政府獨占能源政策市場，假設其不同議題以 $[0, A]$ 的實數線段表示，則政府應會排序選民效用最高的政策，為取得獨占地位，則會執行中位者最喜歡的能源政策（ $m_1$ ）—化石燃料能源政策。







第一階段：化石燃料能源政策

第二及第三階段：化石燃料能源政策+新/再生能源政策

圖 3 能源政策的市場競爭圖

資料來源：本文探討目錄 Bental and Spiegel (1995)、Shy (2000)及 Clements (2004 等所得。

在第一個市場競爭階段，政府將選擇是否執行能源前瞻計畫。能源市場存在化石燃料能源和新/再生能源，新/再生能源政策假設為  $(A, B]$  的實數線段，即能源政策市場由  $[0, A]$  擴展至  $[0, B]$ ，且選民效用將由  $U_1$  變動為  $U_2$ ，則選民效用最高的政策應會變動而需重新排序。

政府在此階段仍應執行化石燃料能源政策，所以其他政治團體可能會在第二個市場競爭階段推行新/再生能源政策來競爭能源政策市場。其原因是對政府及其他政治團體而言，政策調整不易，則政府於第一個市場競爭階段仍採用  $m_1$  且其他政治團體無法立即進入能源政策市場，則政府仍獨占能源政策市場。

為了避免其他政治團體進入能源政策市場，政府可能會利用能源前瞻計畫的執行來提供給其他政治團體訊息—政府將在第二個市場競爭階段推行新/再生能源政策。因為能源前瞻計畫的結果已知為政府應於第二個市場競爭階



段執行新/再生能源政策，所以政府在第一個市場競爭階段是否執行能源前瞻計畫可視為政府在第二個市場競爭階段是否推行新/再生能源政策的訊息。

在第二個市場競爭階段，能源市場存在化石燃料能源和新/再生能源，且能源政策市場為 $[0, B]$ ，則政府及其他政治團體將選擇是否執行或推行新/再生能源政策。其原因是由於政府及其他政治團體為了取得最大選民數將會選擇是否執行或推行重新排序後之中位者最喜歡的政策( $m_2$ )—新/再生能源政策，政府執行新/再生能源政策和其他政治團體推行新/再生能源政策之差異在於政府掌握行政部門則可以直接執行能源政策，但其他政治團體僅能透過立法機關來要求政府推行能源政策，所以政府的執行成本和其他政治團體的推行成本不同。

政府及其他政治團體之新/再生能源政策執行(推行)與否的選擇標準應是成本效益的比較，其收益是因政策執行(推行)所爭取到多少選民，其成本是因政策執行(推行)所損失的金錢與時間而無法爭取到的選民。本文假設選民總數為 $N_p$ ，政府的新/再生能源政策執行成本為 $C_1$ ，其他政治團體的新/再生能源政策推行成本為 $C_2$ 。

根據政府及其他政治團體的選擇，政府及其他政治團體的新/再生能源政策賽局為表3之報酬矩陣。若政府及其他政治團體都執行(推行) $m_2$ ，因兩者相同並無法爭取選民，兩者負擔成本而無收益，則兩者報酬為 $(-C_1, -C_2)$ ；若政府執行 $m_2$ 及其他政治團體不推行 $m_2$ ，因政府獨佔能源政策的政治市場，則兩者報酬為 $(N_p - C_1, 0)$ ；若政府不執行 $m_2$ (仍維持 $m_1$ )及其他政治團體不推行 $m_2$ ，因政府獨佔能源政策的政治市場，則兩者報酬為 $(N_p, 0)$ 。

若政府不執行 $m_2$ (仍維持 $m_1$ )及其他政治團體推行 $m_2$ ，則兩者報酬為 $(N_p(m_1 + m_2)/4m_2, N_p(3m_2 - m_1)/4m_2 - C_2)$ 。其原因是由於政府與其他政治團體雙佔能源政策的政治市場，並假設單位距離之選民密度相同，則



由圖3可知，當其他政治團體推行  $m_2$  時，所以其他政治團體的收益為  $N_p/2$ ，且政府與其他政治團體平分  $m_1$  至  $m_2$  間的選民。<sup>\*\*\*\*\*</sup>

表 3 政府及其他政治團體的新/再生能源政策賽局

		其他政治團體	
		推行	不推行
政府	執行	$(-C_1, -C_2)$	$(N_p - C_1, 0)$
	不執行	$(N_p(m_1 + m_2)/4m_2, N_p(3m_2 - m_1)/4m_2 - C_2)$	$(N_p, 0)$

資料來源：本文探討所得。

由表3可知，若政府在第二個市場競爭階段不執行能源前瞻計畫時，其納許均衡策略為(不執行，推行)。即使政府可能執行新/再生能源網路系統的政策(這對其他政治團體是一種威脅)，但因其他政治團體知道不管其是否加入市場，政府的最適策略都是不執行，在理性的前提下，所以賽局結果為政府與其他政治團體雙佔能源政策的政治市場。

若政府在第二個市場競爭階段執行能源前瞻計畫時，其納許均衡策略為(執行，不推行)。因政府在第二階段執行能源前瞻計畫時，其結果會使其他政治團體認為政府一定會執行  $m_2$ ，在理性的前提下，其他政治團體將不推行  $m_2$ 。

根據上述的探討可知，能源前瞻計畫將成功地阻止其他政治團體進入能源政策的政治市場，所以政府將在第二階段執行能源前瞻計畫。但到了第二個市場競爭階段，因為其他政治團體不推行  $m_2$ ，政府可能只由  $m_1$  往右移動少許距離(成本遠小於  $C_1$ )，則其報酬應高於  $N_p(m_1 + m_2)/4m_2$ 。

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 本文假設  $N_p(3m_2 - m_1)/4m_2 > C_2$ ，其原因是由於其他政治團體的報酬須大於零，這是其他政治團體有意願加入能源政策的政治市場之必要條件，也是此模型的基本假定。



總結這部份的探討可知，政府執行能源前瞻計畫應會增加選民支持，也就是第二種策略性目的應成立。當能源前瞻計畫提供其他政治團體訊息—政府將推動新/再生能源政策，模型證明能源前瞻計畫可阻止其他政治團體進入能源政策市場，使得政府執行能源前瞻計畫可能會增加選民支持，進而證明能源前瞻計畫可能為一種能源政策市場的競爭策略，則能源前瞻計畫之實施策略性目的可能是政府的自利行為。

### 參、結語

許多國家都透過能源前瞻計畫來追蹤能源科技趨勢及規劃能源政策，其結論都認為未來能源科技是新/再生能源科技，並建議新/再生能源網路系統的轉換等能源政策，但許多國家仍持續實施能源前瞻計畫且得到類似結論，所以本文之目的是想要了解各國政府實施能源前瞻計畫之目的是否包括議題諮詢目的以外之策略性目的。

根據文獻探討可知，能源前瞻計畫的執行者為政府，其目標應為社會福祉或選民支持的增加，所以本文認為能源前瞻計畫的第一種策略性目的應是影響能源使用單位決策以增加社會福祉，第二種策略性目的應是影響其他政治團體決策以增加選民支持。

本文利用文獻探討及數理模型證明第一種策略性目的應不成立。雖然能源前瞻計畫提供能源使用單位訊息—新/再生能源的預告，即能源使用單位在能源種類多了一個選擇，但當能源網路系統具邊際成本遞減性及間接網路外部性時，能源前瞻計畫對能源使用單位幾無影響，則政府執行能源前瞻計畫不會增加社會福祉。

本文利用文獻探討及數理模型證明第二種策略性目的應成立。能源前瞻計畫對其他政治團體行為的影響是提供其他政治團體訊息—政府將推動新/再生能源政策，亦即政府已先進入新/再生能源的政治市場，且能源前瞻計畫



可阻止其他政治團體進入此議題，使得政府執行能源前瞻計畫可能會增加選民支持，即能源前瞻計畫可能是一種政治市場的競爭策略。

本文建議未來的研究者可探討其他的前瞻計畫是否有相同的推論，在數理模型的部分，也可加入選民發現能源前瞻計畫結論未確實執行的懲罰成本，也可深化數理探討的部份。

本文之研究限制是簡化能源前瞻政策的決策過程，不容易解釋民主國家不同政黨決策過程的複雜性。其原因是能源前瞻政策應會經過議題設定階段(利益團體的遊說和行銷、主管機關的決策與參與、民意代表的介入等)、能源前瞻計畫(應為長期發展的計畫)和單一政黨做為選舉動員工具的單一政策議題(如廢核)不同、單一政黨提出的能源前瞻政策可被另一個政黨吸收或經由政策延續而繼承。<sup>§§§§§§§§</sup>

---

<sup>§§§§§§§§</sup> 謝謝兩位匿名評審的意見。



## 參考文獻

- Bayus, B. L., Jain, S. and A. G. Rao, 2001, "Truth or Consequences: An Analysis of Vaporware and New Product Announcements," *Journal of Marketing Research*, 38, pp.3-13.
- Benner J. P. and G. C. L. Kazmerski ,1999, "Photovoltaics Gaining Greater Visibility," *IEEE Spectrum*, 36:9, pp.34-42.
- Bensen, S. M. and J. Farrell,1994, "Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization," *Journal of Economic Perspectives*, 8:2, pp.117-310.
- Bental, B. and M. Spiegel ,1995, "Network Competition, Product Quality, and Market Coverage in the Presence of Network Externalities," *Journal of Industrial Economics*, 43:2,pp.197-208.
- Clements, M. T. ,2004, "Direct and Indirect Network Effects: Are They Equivalent?" *International Journal of Industrial Organization*, 22:5, pp.633-645.
- DACST,1999, "National Research and Technology Foresight Project: Energy Sector," South Africa.
- Downs, A. ,1957, *An Economic Theory of Democracy*, New York: Harper and Row.
- Dranove, D. and N. Gandal ,2003, "The DVD vs. DIVX Standard War: Empirical Evidence of Vaporware," *Journal of Economics and Management Strategy*, 12, 363-386.
- DTI,2000, "Energy Futures Task Force: Fuelling the Future (A Consultation Document)," United Kingdom(UK).
- Eaton, B. C., and R. Lipsey. ,1975, "The Principle of Minimum Differentiation Reconsidered: Some New Developments in the Theory of Spatial Competition," *Review of Economic Studies* 42:1, 27-49.
- EC 1999, *The Future Project – Technology Map*, IPTS, JRC.
- Economides, N. 1996, "The Economics of Networks," *International Journal of Industrial Organization*, 14:6, 673-699.
- Eliashberg, J. and T. S. Robertson (1988), "New Product Preannouncing Behavior: A Market Signaling Study," *Journal of Marketing Research*, 25:3, 282-292.



- Farrell, J. and G. Saloner,1985, "Standardization, Compatibility, and Innovation," *Rand Journal of Economics*, 16:1, 70-83.
- Grupp, H. and H. Linstone,1999, "National Technology Foresight Activity around the Globe," *Technology Forecasting and Social Change*, 60:1, 85-94.
- Heil, O. and A. Langvardt ,1994, "The Interface Between Competitive Market Signaling and Antitrust Law," *Journal of Marketing*, 58:3, 81-96.
- IEA ,2004, *World Energy Outlook 2004*.
- Kahney, L. ,2000, "Vaporware 2000: Missing Inaction," *Wired News*.
- Katz, M. L. and C. Shapiro ,1985, "Network Externalities, Competition and Compatibility," *American Economic Review*, 75:3, pp.424-440.
- Katz, M. L. and C. Shapiro ,1994, "Systems Competition and Network Effects," *Journal of Economic Perspectives*, 8:2, pp.93-115.
- Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis ,1995, "Path Dependence, Lock – in, and History," *Journal of Law, Economics and Organization*, 11:1, pp.205-206.
- MER,1998, *Technology Radar (Volume 1): Main Report and Executive Summary*, Netherlands.
- MOST,2000, *Vision 2025: Korea's Long-term Plan for Science and Technology Development*, South Korea.
- NISTEP,1999, *The Sixth Technology Forecast Survey - Future Technology in Japan Toward the Year 2025*, Science and Technology Agency (STA), Japan.
- Rohlf, J. ,1974, "A Theory of Interdependent Demand for a Communication Service," *Bell Journal of Economics and Management Science*, 5:1, pp.16-37.
- Shy, O. ,2000, *The Economics of Network Industries*, London: Cambridge University Press.
- Shy, O. ,2001, *The Economics of Network Industries*, New York: Cambridge University Press.
- Shy, O. ,2002, "A Quick and Easy Method for Estimating Switching Costs," *International Journal of Industrial Organization*, 20:1, pp.71-87.
- STPI ,1995, *National Critical Technologies Report*, United States of America(USA).
- STPI,1995, *National Critical Technologies Report*, US National Critical Technologies Review Group, Rand Corporation, Santa Monica CA.



Wills, H. L. and G. S. Walter ,1999, *Distributed Power Generation – Planning and Evaluation*, *Marcel Dekker*, Inc., New York. Basel.

World Energy Council,1994, *New Renewable Energy Resources : A Guide to the Future*, London.





# The Study with the Motivation of Energy Technology Foresight Project

Wei Lung, Huang

## 【Abstract】

The purpose of this study explored the influence of the Energy Technology Foresight Project (ETFP) on the firms and outs. ETFP provides firms the information: the foresights of New/Renewable Energy, but this model proved when energy system with diminishing of marginal cost and indirect externalities of network ETFP has little influence on firms. In the other side, ETFP provides outs the information: government would push the policy of New/Renewable Energy, this model proved ETFP could deter outs into the political market of energy issues, so ETFP has been government's competition strategy of political market. Thus, the motivation of energy technology foresight project might be the self-interest behavior of government.

**Key words:** Energy Technology Foresight Project, Diminishing of Marginal Cost, Indirect Externalities of Network, Competition Strategy of Political Market

JEL Classification: D21, H89, Q41, Q48

