

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 污染、健康與環保政策：一個不完全競爭的總體模型

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2415-H-032-012-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學經濟系(所)

計畫主持人：陳智華

計畫參與人員：陳香梅

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 4 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

污染、健康與環保政策：一個不完全競爭的總體模型

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC-92-2415-H-032-012

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

計畫主持人：陳智華

共同主持人：

計畫參與人員：陳香梅

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：

中華民國 93 年 10 月 30 日

## 中文摘要及關鍵詞

---

### 摘要：

本文設計一個具有內生勞動休閒選擇特色的內生成長模型，將環境的特質與不完全競爭市場的特性納入模型之中。我們將環境品質、健康水準與民眾可支配時間作一連結。藉此說明環保政策如何透過民眾的健康水準改變民眾的可支配時間，進而影響勞動供給行為，造成總體經濟的表現產生改變。根據本文的分析指出：政府防治污染支出對於經濟成長率與環境品質的影響均不確定，但污染稅則可以提高社會的環境品質與經濟成長率。更重要的是，獨佔力在政策有效性上扮演了一個相當重要的角色。

**關鍵詞：**環境品質、環境政策、經濟成長、健康、勞動供給、不完全競爭

---

## 英文摘要及關鍵詞

---

### *Abstract*

This paper, following Williams III (2003), incorporates explicitly the health effect into an endogenous growth model with market imperfections. By virtue of this amended framework, this paper attempts to examine the role of health effect and market imperfection in the linkage between environmental quality and economic growth and in the effectiveness of environmental policies on economic growth. Some interesting and important results yield from this study. First of all, a rise in the public abatement expenditure has an ambiguous effect on both environmental quality and the balanced-growth rate; specifically, it will give rise to a negative growth effect in the absence of the health effect. By contrary, emission taxation can not only effectively improve environmental quality, but also stimulate economic growth.

**Key words:** Environment Quality, Environmental Policy, Health, Labor Supply, Imperfect Competition

---

## 報告內容

---

### 1. 緒論

自從 Lucas (1988)的經典著作發表之後，眾多的經濟學者紛紛為文，強調如何透過教育(education)投資來累積人力資本(human capital)，進而促進經濟成長。然而，這種將人力資本累積完全歸功於教育投資的論調卻有失公允。更明確地說，促成人力資本累積的因素除了教育之外，國民的健康(health)狀況亦是人力資本累積過程中相當重要的因素。晚近，許多文獻，如 Cuddington et al. (1994)發現傳染病會透過民眾的健康水準進而對經濟體系的成長現象產生顯著的影響。Knowles and Owen (1995)更明確地指出所得與健康間的關係比所得與教育間的關係來的更重要而顯著。誠如 van Zon and Muysken (2001)整理西方經濟體系(Western economies)的資料指出：西方先進國家的國民健康相關項目的支出大約佔了國內生產毛額的 8-9%；相對地，教育經費大約僅佔國內生產毛額的 6-7%。是以 van Zon and Muysken (2001)強調：「不應該忘記健康對於經濟成長的影響。」據此，van Zon and Muysken (2001)與 Muysken et al. (2003)分別為文，將健康效果納入一個理論模型之中來分析健康對於總體經濟的影響。

影響健康的因素眾多，環境品質是其中很重要而且相當直覺的一種。直覺上來說，污染可能導致民眾生病，使得可以用來休閒與工作的可支配時間減少，造成勞動供給減少，因此對經濟成長將會產生不利的影響，我們稱這種管道為環境的健康效果(health effect)。根據世界衛生組織 1996 年的報告[the World Health Organization report (1996)]指出，若荷蘭可以大幅地降低  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  的微粒子(particulate concentrations)，將可以使得成年男子的壽命增加超過一年以上。另外 USEPA (1996)以經濟分析的方式指出，若減少二氧化硫的排放量將可以使得發病率大約降低 5%。Burtraw and Toman (1998)亦發現，若降低主要空氣污染的程度將可以使得早產兒的發病率降低約 75%至 85%。早期的經濟學者發現此一現象，便企圖將環境的特質納入相關經濟成長模型中，藉此探討環境對於總體經濟的影響。如 Alfsen et al. (1992)、Ballard and Medema (1993)、Brendemoen and Vennemo (1994)與 Van Ewijk and van Wijnbergen (1995)等，採取將污染直接放入生產函數中的模型設計方式，強調污染會對私部門的生產行為產生負面的外部性(negative externality)。另外，Gradus and Smulders (1993)、Van Ewijk and van Wijnbergen (1995)與 Smulders and Gradus (1996)等人則強調污染可能造成民眾的學習能力降低，造成人力

資本累積速度減緩，進而降低經濟成長的動力。因此修改 Lucas (1988) 的人力資本累積模型，將污染數量納入人力資本累積方程式之中，藉此以捕捉污染透過人力資本對經濟成長的影響。

<sup>1</sup> 這些既存文獻分析的結果大都認為，只要環保政策可以有效地降低經濟體系的污染現象，使得污染所產生的生產面外部性(supply-side externality)降低，則將會加速實質資本或人力資本累積的速度，進而促進經濟成長。然而，既存文獻這種簡化的處理方式並無法清楚地描述出污染所產生的健康效果，亦很難區分出污染所產生的生產面外部性、需求面外部性與健康效果間的差異。<sup>2</sup>

由於環境的健康效果強調的是污染會導致民眾生病，使得可以用來休閒與工作的可支配時間減少，造成勞動供給減少，進而影響經濟體系。因此，想要清楚地描述污染的健康效果應該從勞動供給著手。晚近 Williams III (2003) 將污染會造成民眾生病，使民眾可支配時間減少的觀念納入一個理論模型之中，據此說明將民眾健康的角色納入考量時，將會降低經濟體系最適的污染稅。本文將 Williams III (2003) 所強調污染會造成生病，使得民眾可支配時間減少的機制納入一個具有內生勞動休閒選擇特色的內生成長模型。據此探討環境所產生的健康效果如何影響經濟體系的成長現象。不同於既存文獻直接將環境品質納入生產函數或人力資本生產函數的處理方式，我們的設定將可以更加清楚地檢視污染如何改變民眾的勞動供給，進而透過經濟體系的就業量影響經濟成長現象。另外，不同於 Williams III (2003) 的靜態模型(static model) 設計，本文採用一般均衡的動態模型(dynamic model)。如此設定的好處除了可以清楚地看出資本累積、消費跨時變化與環境品質的變化之外。更重要的是，動態模型允許我們合理地將環境品質設定為一個狀態變數(state variable)，更加地符合經濟體系的運作。更明確地說，自然環境中大部分的污染都是存量變數(stock variable)，<sup>3</sup> 如二氧化碳排放物、工業廢水、有毒物質等經由生產過程產生的廢棄物，將會累積在自然界之中，長期危害環境品質。因此，我們的模型將可以用來分析這種存量變數形式的污染現象對於經濟體系的影響。

除此之外，本文亦將不完全競爭市場的特色納入分析的模型之中。幾乎所有的經濟學者都認同完美的完全競爭市場(perfect competition market) 結構僅存在於教科書中。現實社會裡，每

---

<sup>1</sup> 另外有一部份的學者，如 Huang and Cai (1994)、Ligthart and van der Ploeg (1994) 與 Mohtadi (1996) 等人強調污染可能會造成民眾生病、不舒服。因此直接將污染納入民眾的效用函數之中，強調污染會帶來負效用，藉此以捕捉污染所產生的舒適性與健康效果(the amenity and the health effects)。

<sup>2</sup> 關於環境所產生的生產面外部性、需求面外部性的詳細說明，參見 Smulders and Gradus (1996)。

<sup>3</sup> 另外，經濟體系中存在的某一些污染則具有流量(flow)變數的特性，如噪音、抽煙及空氣污染等。

一家廠商都具有其特別之處，造成了每個廠商或多或少都具有所謂的獨佔力(monopoly power)。經濟學者早就發現此一問題，故設計了許多具有不完全競爭市場特色的總體模型，以探討許多相關的議題。而且現實社會中，外部性問題通常會伴隨獨佔力的問題一起發生[見 Datta and Mirman(1999)]，經濟學者[如 Barnett (1980)、Conrad and Wang (1993)、Bovenberg and de Mooij (1994)與 Ebert and van dem Hagen (1998)等人]設計模型時當然會考量到此一狀況。然而，具我們所知，大部分的文獻所設定的模型多是靜態的部份均衡模型(a static and partial general model)。本文與這些文獻最大的差異點在於我們同時納入生產面與消費面的因素，利用最適控制(optimal control)的技巧，呈現出具有動態特性的一般均衡模型(dynamic and general equilibrium model)。而且，這種處理方式最大的好處除了更加符合現實社會的運作之外，亦可以讓我們清楚地檢視資本累積、消費與經濟成長率跨時變化的特質。<sup>4</sup>

本文共分四節，除第 1 節為緒論外，第 2 節設定一個納入內生化可支配時間、不完全競爭市場與環境污染具有存量特性的內生成長模型作為分析的工具。第 3 節則探討相關的環境因素對於長期經濟成長率的影響。最後，以第 4 節做為本文的總結。

## 2. 模型

假設經濟體系中包含了家計單位、廠商與政府這三個部門。其中，家計單位可以藉由消費獲取正效用，然而工作將會使得家計單位產生負效用。除此之外，乾淨的環境亦可以讓民眾感覺到舒適，進而產生正效用。另外，關於生產面的設定上，我們假設經濟體系有一個中間財商品(the intermediate good)與一個最終財商品(the final good)。中間財廠商向家計單位雇用勞動與租用機器設備來進行生產。再者，生產過程中會產生污染物(emission)，因此政府將會對廠商課徵污染稅，以符合使用者付費的原則。最終財廠商向中間財廠商購買中間財貨作為原料，生產一種同質的商品。換句話說，最終財在此僅扮演組裝的業務，這是相對較乾淨而且競爭性較高的產業。是以，我們假設最終財市場是一個完全競爭市場，但中間財市場則是實際上製造原料的地方，具有較高的污染與競爭程度，因此我們假定這個市場具有獨佔性競爭市場

---

<sup>4</sup> 據我們所知，Elbasha and Roe (1996)是唯一的例外。該文設定一個最適控制的模型並同時納入環境特質與不完全競爭市場。然而該文在設計環保特質時，僅採用既存文獻將污染直接放入民眾效用函數的處理方式，並未考慮到污染對於經濟體系生產面的影響。本文與 Elbasha and Roe (1996)最大的不同就是同時考慮污染對於經濟體系健康面與效用面的影響。另外，Elbasha and Roe (1996)的不完全競爭的市場結構是發生在最終財市場中，而本文的不完全競爭是發生在中間財市場上。

(monopolistic competition market)的特質。至於政府部門方面，假設政府向民眾與廠商課徵稅賦(包括定額稅、所得稅與污染稅)來融通防治污染的支出(public abatement expenditure)，而且假設政府部門每一期都維持預算平衡。

## 2.1. 廠商與對稱均衡

我們將環境因子納入 Guo and Lansing (1999)所設計的不完全競爭市場的模型之中。

### 最終財市場

市場上僅有一種可以用來消費、累積資本與繳稅的最終財貨稱之為  $y$ 。我們依循 Dixit and Stiglitz (1977)，假設最終財貨的生產過程中用僅用到中間財  $y_i$ ， $i \in [0,1]$ ，作為投入。據此，我們可以將最終財的生產函數表示為：

$$y = \left[ \int_0^1 y_i^{1-\eta} di \right]^{1/(1-\eta)}; \eta \in [0,1), \quad (1)$$

假設最終財貨是經濟體系計價的標準(numeraire)，因此可以將最終財的價格單位化為一。是以，最終財廠商的利潤極大化問題可以表示為：

$$\max_{\{y_i\}} y - \int_0^1 p_i y_i di, \quad \text{s.t.} \quad y = \left[ \int_0^1 y_i^{1-\eta} di \right]^{1/(1-\eta)}. \quad (2)$$

式中  $p_i$  是第  $i$  種中間財貨的相對價格。

最終財廠商選取中間財投入量以極大化式(2)所定義的利潤函數。據此，第  $i$  種中間財的需求函數可以表示成：

$$p_i = y^\eta y_i^{-\eta}. \quad (3)$$

式(3)中仍有幾點必需補充說明的：首先，我們可以很輕易地推論出最終財廠商對於第  $i$  種中間財的價格需求彈性為  $-1/\eta$ 。因此，不難推論當  $\eta=0$  時，所有中間財呈現完全替代的現象，這隱含說明了中間財市場具有完全競爭的性質。但倘若  $\eta>0$  時，中間財廠商將面對負斜率的需求曲線，因此中間財廠商將會具備有決定價格的能力。所以， $\eta$  可以說是衡量中間財廠商獨佔力的指標。

### 中間財市場



為了清楚檢視環境所產生的健康效果，我們在分析模型中將捨棄污染所產生的生產面外部性。是以將獨佔性競爭的中間財廠商的生產函數假設為 Cobb-Douglas 形式，即：

$$y_i = Af(k_i, e_i, L_i) = Ak_i^\theta e_i^\alpha L_i^\varepsilon, \quad (4)$$

式中  $A$  為技術參數或供給面的干擾因素、 $k_i$ 、 $L_i$  與  $e_i$  分別為第  $i$  個中間財廠商生產過程中所使用的資本、勞動與污染投入(emission inputs)的數量。除此之外， $\theta$ 、 $\alpha$  與  $\varepsilon$  均為正的參數，分別用來衡量資本、污染與勞動投入的產出彈性。因此，為了確保所有投入具有邊際生產力為正但呈現遞減的現象，我們假定  $0 < \theta, \alpha, \varepsilon < 1$ 。

為了要生產中間財，廠商必需租用資本、雇用勞動與進行污染投入。我們假設要素市場是一個完全競爭的市場。市場利率水準為  $r$ 、工資率為  $w$ 。另外，政府為了達成使用者付費的原則，會向廠商課徵稅率為  $\tau_e$  的污染稅。因此，第  $i$  個中間財廠商在面對式(3)所定義的需求函數與式(4)所定義的生產函數限制下，選取最適的資本、勞動與污染投入使用量來極大化利潤  $\pi_i$ ，其利潤極大化問題可以表示為：

$$\max_{\{k_i, L_i, e_i\}} \pi_i = p_i y_i - r k_i - w L_i - \tau_e e_i, \quad (5)$$

$$\text{s.t.} \quad p_i = y_i^\eta y_i^{-\eta} \quad \text{與} \quad y_i = Ak_i^\theta e_i^\alpha L_i^\varepsilon,$$

據此，中間財廠商的一階條件可以表示為：

$$r = (1-\eta)y_i^\eta y_i^{-\eta} [\theta Ak_i^{\theta-1} e_i^\alpha L_i^\varepsilon] = (1-\eta)\theta \frac{p_i y_i}{k_i}, \quad (6a)$$

$$w = (1-\eta)y_i^\eta y_i^{-\eta} [\varepsilon Ak_i^\theta e_i^\alpha L_i^{\varepsilon-1}] = (1-\eta)\varepsilon \frac{p_i y_i}{L_i}, \quad (6b)$$

$$\tau_e = (1-\eta)y_i^\eta y_i^{-\eta} [\alpha Ak_i^\theta e_i^{\alpha-1} L_i^\varepsilon] = (1-\eta)\alpha \frac{p_i y_i}{e_i}. \quad (6c)$$

### 對稱均衡(Symmetric equilibrium)

我們將分析的焦點置於對稱均衡上。更明確地說，在對稱均衡下，以下的關係式將會成立：

$$p_i = p, \quad k_i = k, \quad L_i = L, \quad e_i = e, \quad y_i = y \quad \text{與} \quad \pi_i = \pi, \quad \text{對所有的 } i.$$

據此，我們可以得知，在對稱均衡下，生產函數將可以表示為：

$$y = Ak^\theta e^\alpha L^\varepsilon. \quad (4a)$$

由於最終財市場為一完全競爭市場，因此當利潤存在時便會吸引新的廠商加入生產行列。所以，自由參與(the free-entry)的條件將會導致均衡時所有最終財廠商的利潤為零，即所謂的

無利潤條件(the zero-profit condition)，可以表示為：

$$y - \int_0^1 p_i y_i di = 0,$$

據此，我們可以發現，在對稱均衡之下，所有的財貨價格均為一，即  $p_i = p = 1$ 。因此，可以將式(6a)-(6c)改寫成：

$$r = (1 - \eta)\theta \frac{y}{k}, \quad (7a)$$

$$w = (1 - \eta)\varepsilon \frac{y}{L}, \quad (7b)$$

$$\tau_e = (1 - \eta)\alpha \frac{y}{e}, \quad (7c)$$

利用式(7a)-(7c)，中間財廠商的利潤為：

$$\pi = y - rk - wh - \tau_e e = [1 - (1 - \eta)(\theta + \alpha + \varepsilon)]y. \quad (8)$$

由於  $\eta$  是廠商的獨佔力，因此當廠商獨佔力提高時 ( $\eta$  變大)，廠商的利潤將會因此而提高。另外，生產函數中的關係是否大於(小於或等於)一次齊次(homogenous degree one)將攸關廠商的利潤。更明確地說，當市場結構呈現出完全競爭的性質時，即  $\eta \rightarrow 0$ ，若  $k$ 、 $h$  與  $e$  在生產函數中的關係呈現出小於一次齊次時，廠商將可以享有正的利潤。

## 2.2. 生態環境系統(Ecological System)

依循一般環境經濟學的設定方式，我們假設經濟體系的污染與廠商的污染排放量呈現正相關但與政府的防治污染支出  $M$  呈現負向關係。明確地說，假設環境品質  $N$  為一存量變數，則環境品質的跨期變化可以表示成：<sup>5</sup>

$$\dot{N} = E(N) - g\left(\left(\int_0^1 e_i di\right) / M\right), \quad (9)$$

式中  $\dot{N}(=dN/dt)$  為環境品質的時間變化量， $E(\bullet)$  與  $g(\bullet)$  分別為環境的自我分解功能(the environment's self-cleaning capacity)與污染生產函數。在不失一般化的原則之下，我們假設他們分別具有以下的特性： $E' > 0$ 、 $E'' < 0$ 、 $g' > 0$  與  $g'' < 0$ 。由於經濟體系有眾多的中間財廠商，故總污染排放量為所有個別中間財廠商污染排放的加總，然而，政府的防治污染支出可以有效

<sup>5</sup> 相關設定方式可以參見 Tahvonon and Kuuluvainen (1991)與 Bovenberg and Smulders (1995)。

地降地經濟體系的污染數量。因此，總和的有效污染量(effective pollution)為  $\int_0^1 e_i di / M$ 。

當經濟體系處於對稱均衡時， $e_i = e$  將會成立，是以環境體質的跨時變化方程式可以重新表示為：

$$\dot{N} = E(N) - g(e/M), \quad (9a)$$

### 2.3. 代表性家計單位

假設家計單位對經濟變數具有完全預知(perfect foresight)的能力，消費、休閒與乾淨的環境品質均會帶來正的效用。家計單位以未來所有瞬時效用折現值加總的極大為追求目標，他的目標函數可以表示成：

$$\max \int_0^{\infty} [\Lambda_1 \ln c + \Lambda_2 \ln \ell + \Lambda_3 \ln N] e^{-\rho t} dt; \quad \Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3 > 0, \quad (10)$$

式中  $\rho (> 0)$  為主觀的時間偏好率(subjective time preference)、 $c$  為消費而  $\ell$  為休閒、 $\Lambda_1$ 、 $\Lambda_2$  與  $\Lambda_3$  分別為衡量消費、休閒與環境品質對於消費者效用的參數。

在每一時點，家計單位將所得(包括資本所得、勞動所得與利潤收入)分配於消費、繳稅(包括所得稅、消費稅與定額稅)及累積資本上。因此，家計單位的預算限制式(budget constraint)可表示成：

$$\dot{k} = (1 - \tau_y)(wL + rk + \pi) - (1 + \tau_c)c + TR, \quad (11)$$

式中  $\tau_y$  為所得稅稅率、 $\tau_c$  為消費稅稅率而  $TR > 0 (< 0)$  為定額移轉收入(定額稅)。

除此之外，代表性個人同時必需面臨時間的限制(time constraint)。假設  $\tilde{\sigma}$  為因生病休息而喪失可支配時間的機率，在這段期間內家計單位並無法從事時間的分配。若家計單位的時間稟賦為  $T$ ，扣除掉生病而被迫休息的時間為  $\tilde{\sigma}T$ ，因此可支配的時間為  $(1 - \tilde{\sigma})T = \sigma T$ 。我們可以合理地假設生病的機率與環境品質具有反向關係，但民眾的健康維護(health care)投入(如運動與健康檢查)將會使得生病機率降低。因此可支配時間的比率  $\sigma$  可以設定為：

$$\sigma = \sigma(N, h), \quad \sigma_N, \sigma_h > 0; \quad \sigma_{NN}, \sigma_{hh} < 0; \quad \sigma_{Nh} > 0. \quad (12)$$

代表性個人將可支配時間的  $\ell$  單位用於休閒、 $L$  單位用於工作，另外的  $h$  單位則用於健康維護上。是以民眾的時間限制條件為：

$$\sigma T = \ell + L + h. \quad (13)$$

依循 Ligthart and van der Ploeg (1994)、Michel and Rotillon (1995)、Elbasha and Roe (1996) 與 Bovenberg and de Mooij (1997)等文獻的腳步，假設家計單位認為他們是整個龐大社會中的一小粒細沙，因此沒有能力改變整個經濟體系的行為方式。也就是說，家計單位認為他並沒有能力改善整個社會的污染情況，是以家計單位在沒有誘因的前提下並不會做防治污染的工作。因此，代表性個人在式(11)的預算限制、式(12)與(13)的可支配時間限制下選取消費、休閒與健康維護來求取式(10)的未來所有瞬時效用折現值加總的極大。據此，我們將式(12)與(13)代入式(11)，則現值的 Hamiltonian 函數  $H$  可以表示成：

$$H = \Lambda_1 \ln c + \Lambda_2 \ln \ell + \Lambda_3 \ln N + \lambda \{ (1 - \tau_y) [w(\sigma(N, h)T - \ell - h) + rk + \pi] - (1 + \tau_c)c + TR \},$$

式中  $\lambda$  為共狀態變數(the co-state variable)，它是資本的影子價格(shadow price)。則代表性個人最適的決策條件分別陳述如下：

$$\frac{\Lambda_1}{c} = (1 + \tau_c)\lambda, \quad (14a)$$

$$\frac{\Lambda_2}{\ell} = (1 - \tau_y)w\lambda, \quad (14b)$$

$$\sigma_h T = 1, \quad (14c)$$

$$-\dot{\lambda} + \rho\lambda = r(1 - \tau_y)\lambda, \quad (14d)$$

另外，必需再加上預算限制式與終端條件(transversality condition)  $\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda k e^{-\rho t} = 0$ 。式(14a)、(14b)

與(14c)表示消費、休閒與健康維護時間的邊際效用等於他們所對應的價格或稱為邊際成本。

式(14d)表示資本影子價格的變動係由時間偏好率與稅後淨資本報酬之間的差距所決定。

對式(14a)的兩邊取自然對數再對時間作微分，並進一步將式(4a)、(7a)與(14d)代入前述處理後的方程式中，我們可以得到最適的消費跨時變化條件為：

$$\frac{\dot{c}_t}{c_t} = \theta(1 - \tau_y)(1 - \eta)Ak^{\theta-1}e^\alpha L^\varepsilon - \rho. \quad (15)$$

### 2.3. 政府部門

假設政府向民眾課徵稅來融通他的支出。為簡化分析起見，我們假設防治污染是政府唯一的工作。再者，由於內生成長模型假設在均衡成長時，所有的變數均會以某一個固定的比率持

續成長。因此 Devereux and Love (1995)、Turnovsky (1995)與 Bruce and Turnovsky (1999)在內生成長模型中建議，必需將政府支出與其他的成長變數作一個連結，使得政府支出會成為持續成長的變數，才能持續地在經濟體系中發揮應有的角色。是以，我們將政府防治污染支出  $M$  與資本存量作一個連結，更明確地說，我們假設政府的防治污染支出是資本存量的某一個固定比率，因此可以設定為：

$$M = \phi K; \quad 0 < \phi < 1, \quad (16)$$

除此之外，我們假設政府在任何時點都維持預算平衡，因此政府的預算限制式可表示成：

$$M + TR = \tau_y (wL + rk + \pi) + \tau_c c + \tau_e e. \quad (17)$$

式(17)說明了， $TR$  扮演了一個讓政府預算可以自動達成平衡的角色。由於定額稅並不會改變各支出項目間的相對價格，因此不會影響民眾最適的選擇行為。是以，以定額稅來做為預算平衡的角色最大的好處是可以單純化各項政策的效果。

將式(4a)、(7a)-(7b)、(8)、(16)與(17)代入(11)可以推得整個社會的資源限制條件(resource constraint)為：

$$\dot{k} = Ak^\theta e^\alpha L^\varepsilon - c - \phi k. \quad (18)$$

### 3. 長期均衡與比較靜態分析

緊接著我們將討論各項政策對於經濟成長率的影響。為了探討此一議題，我們必需先解出經濟體系的成長率。由於休閒、勞動與健康維護均為時間分配的比率(ratio)，是以當經濟體系處於均衡成長路徑(balanced growth path)時，這些比率必需固定在某一特定值上。如果令上標“\*”代表變數的長期均衡值，則均衡成長時必定滿足  $(\dot{l})^* = (\dot{L})^* = (\dot{h})^* = 0$  的條件。另外，依循 Smulders and Gradus (1996)、Bovenberg and Smulders (1996)、Elbasha and Roe (1996)與 Bovenberg and de Mooij (1997)等文的看法，當污染數量超過某一定的數量或環境品質低於某一定水準時，經濟體系中所有的生物將無法生存下去。為了讓經濟體系可以持續維持生命狀態，我們必需限制均衡成長時環境品質必需到達某一定值，是以均衡成長時我們將限制  $(\dot{N}/N)^* = 0$ 。另外，根據式(18)可以得知，若經濟體系要存在均衡成長路徑，我們必需要求消費與資本具有相同的成長率。再者，根據生產函數得知，經濟體系存在均衡成長的條件為資本

與污染投入量必需呈現出一次齊次的特性。據此，我們將限定  $\alpha = 1 - \theta$  以確保模型中存在均衡成長路徑。

### 動態安定性分析

由於消費與資本存量在均衡成長時呈現出相同的成長率，因此依循 Barro and Sala-i-Martin (1995) 的處理方式，定義轉換變數  $x \equiv c/k$ 。首先，我們先處理經濟體系中的一些瞬時關係 (instantaneous relationship)。利用式(4a)與(7c)可得知：

$$\frac{e}{k} = \left[ \frac{(1-\eta)(1-\theta)AL^\varepsilon}{\tau_e} \right]^{1/\theta}, \quad (19)$$

由於均衡成長時  $L$  為一常數，因此根據式(19)可以得知，靜止均衡時污染投入( $e$ )與資本存量( $k$ )的成長率必需相同。

再利用式(4a)、(7b)、(12)、(13)、(14a)-(14c)與(19)可以得到休閒、勞動與健康維護時間的瞬時關係如下：

$$l = l(x, N, \tau_e, \tau_y, \tau_c, \eta); \quad l_x > 0, \quad l_N > 0, \quad l_{\tau_y} > 0, \quad l_{\tau_e} > 0, \quad l_{\tau_c} > 0, \quad l_\eta > 0 \quad (20a)$$

$$L = L(x, N, \tau_e, \tau_y, \tau_c, \eta); \quad L_x < 0, \quad L_N > 0, \quad L_{\tau_y} < 0, \quad L_{\tau_e} < 0, \quad L_{\tau_c} < 0, \quad L_\eta < 0 \quad (20b)$$

$$h = h(N); \quad h_N > 0. \quad (20c)$$

為了節省篇幅起見，我們將詳細的推導過程與偏微分內容放置於附錄一中。

緊接著，我們可以利用式(15)、(18)與(19)將轉換變數  $x$  的跨期變化行為表示成：

$$\frac{\dot{x}}{x} = \tau_e^{(\theta-1)/\theta} [(1-\eta)(1-\theta)]^{(1-\theta)/\theta} A^{1/\theta} L^{\varepsilon/\theta} \Gamma + x + \phi - \rho, \quad (21)$$

式中  $\Gamma = \theta(1-\tau_y)(1-\eta) - 1 < 0$ 。

據此，將式(16)與(19)代入式(9a)之中，並限制  $\alpha = 1 - \theta$  則可以將環境品質的跨期變化方程式重新表示為：

$$\dot{N} = E(N) - g \left( \frac{(1-\eta)^{1/\theta} (1-\theta)^{1/\theta} A^{1/\theta} L^{\varepsilon/\theta}}{\phi \tau_e^{1/\theta}} \right), \quad (22)$$

據此，整個總體經濟的長期靜止均衡與短期動態調整性質可以用式(21)與(22)兩條微分方程式再加上式(20a)-(20c)的瞬時關係式來描繪。

當經濟體系處於長期均衡時，必定滿足  $\dot{x} = \dot{N} = 0$  的條件，令  $x$  與  $N$  的長期均衡值分別為  $x^*$  與  $N^*$ 。因此，將式(20a)-(20c)代入(21)與(22)，並在  $x^*$  與  $N^*$  附近作 Taylor 線型展開(Taylor liner

expansion)，則可得知：

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - x^* \\ S - S^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{13}d\phi + a_{14}d\tau_e + a_{15}d\eta \\ a_{23}d\phi + a_{24}d\tau_e + a_{25}d\eta \end{bmatrix}, \quad (23)$$

為了節省篇幅讓文章更加流暢，在此將不細述 $a_{mn}$  ( $m=1,2$  且  $n=1,\dots,5$ )的內容。我們將詳細的符號定義置於附錄二中。

接著，我們將探討經濟體系短期的動態調整特質。令 $\mu$ 為動態體系的特性根(characteristic root)，則依據式(23)可以得到底下的特性根方程式：

$$\mu^2 - \mu(a_{11} + a_{22}) + a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = 0,$$

令 $\mu_1$ 與 $\mu_2$ 為此動態體系的兩個特性根，則由特性根方程式可得根與係數的關係為：

$$\mu_1 + \mu_2 = [\Omega(x^* + E') - \varepsilon(\ell^* \Gamma \Xi_1 + T \sigma_N g' \phi^{-1} \Xi_2)] / \Omega, \quad (24a)$$

$$\mu_1 \mu_2 = \Delta = \frac{E'(\Omega x^* - \varepsilon \Gamma \Xi_1 \ell^*) - \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-1} \Xi_2 x^*}{\Omega}. \quad (24b)$$

式中 $\Xi_1 = [(1-\eta)^{1-\theta} (1-\theta)^{1-\theta} \tau_e^{\theta-1} A L^{*\varepsilon}]^{1/\theta} > 0$  且  $\Xi_2 = [(1-\eta)(1-\theta)\tau_e^{-1} A L^{*\varepsilon}]^{1/\theta} > 0$ 。根據 Burmeister (1980)、Buiter (1984)和 Turnovsky (1995)等關於動態性質的討論得知，若經濟體系要存在唯一的收斂路徑，必需要求跳躍變數(jump variable)的個數等於正的特性根數目。由於這個經濟體系中， $x \equiv c/k$ 是一個跳躍變數而 $N$ 為存量變數，因此為了滿足經濟體系存在唯一的收斂路徑，我們假設經濟體系的兩個特性根必定一個為正根另一個為負根。為了符合這一個假定，我們必需假設 $\Delta > 0$ 。是以，經濟體系具有馬鞍安定(saddle-point stability)的特質。

若令長期經濟成長率為 $\gamma^*$ ，則利用式(18)與(19)可以將均衡成長率定義為：

$$\gamma^* = \left(\frac{\dot{k}}{k}\right)^* = [(1-\eta)(1-\theta)\tau_e^{-1}]^{(1-\theta)/\theta} A^{1/\theta} (L^*)^{\varepsilon/\theta} - x^* - \phi. \quad (25)$$

因此，我們可利用式(23)先解出長期均衡的消費-資本比( $x^*$ )與均衡的環境品質水準( $N^*$ )，再將這些長期均衡值代回式(25)，即可解出經濟體系的均衡成長率，並討論相關政策的成長效果。

### 防制污染支出

利用式(23)與(25)可以輕易地推得以下的比較靜態分析：

$$\frac{\partial x^*}{\partial \phi} = -\frac{x^* [\Omega E' - \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-2} \Xi_2 (\phi + \Gamma \Xi_1)]}{\Delta \Omega} < 0, \quad (26a)$$

$$\frac{\partial N^*}{\partial \phi} = \frac{g' \Xi_2 [\varepsilon \rho \ell^* - \theta(\ell^* + L^*) x^*]}{\phi^2 \Delta \Omega} < 0, \quad (26b)$$

$$\frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} = \frac{\varepsilon \theta (1 - \tau_y) (1 - \eta) \Xi_1 (L^*)^{(1-\varepsilon)/\theta} (E' \ell^* - T \sigma_N g' \phi^{-2} \Xi_2 x^*)}{\Delta \Omega} > 0. \quad (26c)$$

式(26a)-(26c)說明了政府的防制污染支出對於消費-資本比、環境品質與經濟成長的影響均不確定。我們首先考慮將污染所產生的健康效果去除的特殊例子，也就是考慮 $\sigma = 1$ 且 $\sigma_N = 0$ 的情形。在此假設之下，式(26a)-(26c)將退化為：

$$\left. \frac{\partial x^*}{\partial \phi} \right|_{\substack{\sigma=1 \\ \sigma_N=0}} > 0, \quad \left. \frac{\partial N^*}{\partial \phi} \right|_{\substack{\sigma=1 \\ \sigma_N=0}} < 0, \quad \left. \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} \right|_{\substack{\sigma=1 \\ \sigma_N=0}} < 0.$$

直覺上來說，政府防治污染支出除了可以改善經濟體系的环境品質外，更重要的是意味著政府提高了商品的需求。因此，廠商勢必將會提高生產以滿足這些需求的增加。由於資本與勞動的價格是市場決定出來的，當資本與勞動要素需求提高時，將會促使利率與工資提高；然而污染投入的價格為固定的污染稅率，是以污染投入使用提高並不會造成該要素價格提高，據此，廠商當然會優先增加污染的投入量。再者，由於資本、勞動與污染投入在生產函數中呈現技術性互補(technical complements)的關係。<sup>6</sup>是以，污染使用提高將會造成利率與工資提高，所以廠商更將會減少資本與勞動的使用，造成就業量與經濟成長率均降低。<sup>7</sup>然而，當環境所誘發的健康效果納入考量時，政府防治污染提高將會透過環境品質的改善提升民眾的健康水準，使得民眾可支配的時間提高。除此之外，環境品質變好意味著民眾健康維護的時間將可以減少，因此民眾將會分配更多的時間到休閒與勞動供給上。這些因素都會促成民眾可支配所得提高，是以民眾的儲蓄(資本累積)將會增加，當然會對經濟成長產生正面的影響效果。

另外，我們可以發現當市場呈現出獨佔的特質時(即 $\eta \rightarrow 1$ )，將會使得式(27a)-(27c)退化為：

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial x^*}{\partial \phi} > 0, \quad \lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial N^*}{\partial \phi} = 0, \quad \lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} = 0,$$

也就是說，政府防治污染支出只會造成消費-資本比的改變，但對於環境品質與經濟成長的影響效果將會消失。

## 污染稅

Barde (1997)指出：許多 OECD 國家亦遭遇環保與經濟成長兩難的困境，因此許多不同形式的生態稅(ecological taxes)被賦予維持環境品質的重擔。因而有必要緊瞭解污染稅對於經濟

<sup>6</sup> 利用生產函數可以得知： $\partial^2 y / \partial k \partial L > 0$ 、 $\partial^2 y / \partial k \partial e > 0$ 、 $\partial^2 y / \partial L \partial e > 0$ 。

<sup>7</sup>  $\partial L^* / \partial \phi < 0$ 。



體系的影響情形。利用式(23)與(25)可得：

$$\frac{\partial x^*}{\partial \tau_e} = \frac{\Gamma \Xi_2 x^* [E'(\ell^* + L^*) + \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-1} (1-\theta)^{-1} \Xi_2]}{(1-\eta) \Delta \Omega} > 0, \quad (27a)$$

$$\frac{\partial N^*}{\partial \tau_e} = -\frac{g' \Xi_2 \{x^* [L^* + (1-\varepsilon) \ell^*] - \varepsilon \Gamma \Xi_1 \ell^*\}}{\phi \tau_e \Delta \Omega} > 0, \quad (27b)$$

$$\frac{\partial \gamma^*}{\partial \tau_e} = -\frac{\theta(1-\tau_y) \Xi_2 x^* [E'(1-\theta)(\ell^* + L^*) + \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-1} \Xi_2]}{(1-\theta) \Delta \Omega} > 0. \quad (27c)$$

式(27a)-(27c)說明了污染稅會造成消費-資本比、環境品質與經濟體系成長速度提高。直覺上來說，污染稅的提高將會造成廠商污染排放的成本提高，進而促使廠商減少污染排放量，這對於環境品質將有提升的作用。由於資本、勞動與污染投入在生產函數中呈現技術性互補的關係，污染使用減少將會造成利率與工資降低，促使廠商提高資本與勞動的使用量，造成就業量與經濟成長率的增加。另一方面，環境品質變好了意味著民眾生病的時間減少了，而且民眾將會減少健康維護的時間投入，這些因素都會讓可支配的時間增加。因此勞動供給提高造成所得增加，故加速了經濟體系的儲蓄(即投資)，使得經濟成長率更進一步地提高。

另外，我們可以發現當市場呈現出獨佔的特質時(即  $\eta \rightarrow 1$ )，將會使得  $\Xi_2 \rightarrow 0$ ，根據式(27a)-(27c)可以得知：

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial x^*}{\partial \tau_e} = 0, \quad \lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial N^*}{\partial \tau_e} = 0, \quad \lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{\partial \gamma^*}{\partial \tau_e} = 0,$$

也就是說，污染稅對經濟體系不會產生任何的影響。

## 獨佔力

我們同時可以檢視獨佔力對於經濟體系的影響，利用式(23)與(25)可以得知：

$$\frac{\partial x^*}{\partial \eta} = \frac{\Xi_1 x^* \{E'[\Omega + \Gamma(\ell^* + L^*)] - \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-1} \Xi_2\}}{(1-\eta) \Delta \Omega} < 0, \quad (28a)$$

$$\frac{\partial N^*}{\partial \eta} = -\frac{g' \Xi_2 [(\ell^* + L^*) x^* + \varepsilon \Xi_1 \ell^*]}{\phi(1-\eta) \Delta \Omega} > 0, \quad (28b)$$

$$\frac{\partial \gamma^*}{\partial \eta} = -\frac{\theta(1-\tau_y) \Xi_1 E'[(\ell^* + L^*) x^* + \varepsilon \Xi_1 \ell^*]}{\Delta \Omega} > 0. \quad (28c)$$

我們可以發現，獨佔力的提高( $\eta$ 上升)對於環境品質，這個結果與 Karp (1992)的結果相同。這是因為當污染這項外部性存在時，將會造成私部門過度使用污染投入，然而，當獨佔力提高時，意味著廠商將會降低產量藉以抬高產品價格使得利潤得以提高。是以減少對自然資源的使用，有助益於環境品質的維護。

#### 4. 結論

長久以來，環保問題與經濟成長間的關係一直是一個備受爭議的問題。本文利用一個包含環境特質與不完全競爭市場特性的內生成長模型，在環境品質會透過民眾健康水準，造成民眾可支配時間改變進而影響經濟體系的前提下，本文分析了環保政策對於環境品質、經濟成長與其他相關總體變數的影響。我們發現，當環境產生的健康效果消失時，政府防治污染支出將會造成經濟成長衰退，就業量減少。然而當環境產生的健康效果納入考量時，政府防治污染支出可能可以促進經濟成長。然而不管健康效果存在與否，政府防治污染支出未必能提高環境品質。其次，本文討論了污染稅對於總體經濟的影響。我們發現，污染稅不但可以有效地降低污染，提升社會的環境品質外，更重要的是可以加速經濟體系的成長速度。我們另外也分析的獨佔力對於經濟體系的影響，我們再次證明了既存文獻關於市場競爭程度有助益於緩和破壞自然環境品質的看法。更重要的是，市場競爭的程度將會左右政府政策的效果。當經濟體系處於獨佔的市場結構時，政府環境政策對於經濟成長將不會產生任何效果。

## 附錄一

利用式(4a)、(7b)、(12)、(13)、(14a)-(14c)與(19)可以得知以下的瞬時關係：

$$(1+\tau_c)\Lambda_2x = \varepsilon\Lambda_1(1-\tau_y)[(1-\theta)\tau_e^{-1}]^{(\theta-1)/\theta}[(1-\eta)A]^{1/\theta}L^{(\varepsilon-\theta)/\theta}\ell, \quad (\text{A1})$$

$$\sigma(N, h)T = 1, \quad (\text{A2})$$

$$\sigma(N, h)T = \ell + h + L, \quad (\text{A3})$$

對式(A1)-(A3)作全微分，整理後可以得知以下的比較靜態分析結果：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ell}{\partial x} = \ell_x = \frac{\theta \ell L}{x \Omega} > 0, & \quad \frac{\partial L}{\partial N} = L_N = \frac{\theta L T \sigma_N}{\Omega} > 0, \\ \frac{\partial \ell}{\partial N} = \ell_N = \frac{\ell T \sigma_N (\theta - \varepsilon)}{\Omega} < 0, & \quad \frac{\partial L}{\partial \tau_e} = L_{\tau_e} = -\frac{(1-\theta)\ell L}{\tau_e \Omega} < 0, \\ \frac{\partial \ell}{\partial \tau_e} = \ell_{\tau_e} = \frac{(1-\theta)\ell L}{\tau_e \Omega} > 0, & \quad \frac{\partial L}{\partial \tau_y} = L_{\tau_y} = -\frac{\theta \ell L}{(1-\tau_y)\Omega} < 0, \\ \frac{\partial \ell}{\partial \tau_y} = \ell_{\tau_y} = \frac{\theta \ell L}{(1-\tau_y)\Omega} > 0, & \quad \frac{\partial L}{\partial \tau_c} = L_{\tau_c} = -\frac{\theta \ell L}{(1+\tau_c)\Omega} < 0, \\ \frac{\partial \ell}{\partial \tau_c} = \ell_{\tau_c} = \frac{\theta \ell L}{(1+\tau_c)\Omega} > 0, & \quad \frac{\partial L}{\partial \eta} = L_{\eta} = -\frac{\ell L}{(1-\eta)\Omega} < 0, \\ \frac{\partial \ell}{\partial \eta} = \ell_{\eta} = \frac{\ell L}{(1-\eta)\Omega} > 0, & \quad \frac{\partial h}{\partial N} = h_N = -\frac{\sigma_{hN}}{\sigma_{hh}} > 0, \\ \frac{\partial L}{\partial x} = L_x = -\frac{\theta \ell L}{x \Omega} < 0, & \quad \Omega = \theta L + (\theta - \varepsilon)\ell > 0. \end{aligned}$$

根據以上的分析結果並利用隱函數定理(implicit theorem)則可得式(20a)-(20c)。

## 附錄二

將式(20a)-(20c)代入(21)與(22)，並在 $x^*$ 與 $N^*$ 附近作 Taylor 線型展開則可得到式(23)。其

中各項偏微分值為：

$$\begin{aligned} a_{11} &= (\Omega x^* - \varepsilon \Gamma \Xi_1 \ell^*) / \Omega, & a_{21} &= \varepsilon g' \Xi_2 \ell^* / \phi \Omega x^*, \\ a_{12} &= \varepsilon \sigma_N T \Gamma \Xi_1 x^* / \Omega, & a_{22} &= (\Omega E' - \varepsilon T \sigma_N g' \phi^{-1} \Xi_2) / \Omega, \\ a_{13} &= x^*, & a_{23} &= g' \Xi_2 / \phi^2, \\ a_{14} &= -(1-\theta) \Gamma \Xi_1 (\ell^* + L^*) x^* / \tau_e \Omega, & a_{24} &= \{g' \Xi_2 [L^* + (1-\varepsilon)\ell^*]\} / \phi \tau_e \Omega, \\ a_{15} &= -\Xi_1 x^* [\Omega + \Gamma (\ell^* + L^*)] / (1-\eta) \Omega, & a_{25} &= g' \Xi_2 (\ell^* + L^*) / (1-\eta) \phi \Omega \end{aligned}$$

## 參考文獻

- Alfsen, K., A. Brendemoen and S. Glomsrød, 1992, Benefits of Climate Policies: Some Tentative Calculations, Discussion paper no.69, Statistics Norway.
- Ballard, C. L. and S. G. Medema, 1993, The Marginal Efficiency Effects of Taxes and Subsidies in the Presence of Externalities, *Journal of Public Economics* 52, 199-216.
- Barde, J. P., 1997, Environmental Taxation: Experience in OECD Countries, in: O. Timothy (ed.), *Ecotaxation*, New York: St. Martin's Press, 223-245.
- Barnett, A.H., 1980, The Pigouvian Tax Rule under Monopoly, *American Economic Review* 70, 1037-1041.
- Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin, 1995, *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill.
- Bovenberg, A. L. and R. A. de Mooij, 1994, Environmental Levies and Distortionary Taxation, *American Economic Review* 84, 1085-1089.
- Bovenberg, A. L. and S. Smulders, 1995, Environmental Quality and Pollution-Augmenting Technological Change in a Two-Sector Endogenous Growth Model, *Journal of Public Economics* 57, 369-391.
- Bovenberg, A. L. and S. Smulders, 1996, Transitional Impacts of Environmental Policy in an Endogenous Growth Model, *International Economic Review* 37, 861-893.
- Bovenberg, A. L. and R. A. de Mooij, 1997, Environmental Tax Reform and Endogenous Growth, *Journal of Public Economics* 63, 207-237.
- Brendemoen, A. and H. Vennemo, 1994, A Climate Treaty and the Norwegian Economy: A CGE Assessment, *The Energy Journal* 15, 77-93.
- Bruce, N. and S. J. Turnovsky, 1999, Budget Balance, Welfare, and the Growth Rate: "Dynamic Scoring" of the Long-Run Government Budget, *Journal of Money, Credit, and Banking* 31, 162-186.
- Buiter, W. H., 1984, Saddlepoint Problems in Continuous Time Rational Expectations Models: A General Method and Some Macroeconomic Examples, *Econometrica* 52, 665-680.
- Burmeister, E., 1980, On Some Conceptual Issues in Rational Expectations Modeling, *Journal of Money, Credit, and Banking* 12, 800-812.
- Burtraw, D. and M. Toman, 1998, The Benefits of Reduced Air Pollutants in the U.S. from Greenhouse Gas Mitigation Policies, Resources For the Future Discussion Paper 98-1-Rev.
- Conrad, K. and J. Wang, 1993, The Effect of Emission Taxes and Abatement Subsidies on Market Structure, *Industrial Journal of Industrial Organization* 11, 499-518.
- Cuddington, J. T., Hancock, J. D. and C. A. Rogers, 1994, A Dynamic Aggregative Model of the AIDS Epidemic with Possible Policy Interventions, *Journal of Policy Modeling* 16, 473-496.
- Datta, M. and L. J. Mirman, 1999, Externalities, Market Power, and Resource Extraction, *Journal of Environmental Economics and Management* 37, 233-255.
- Dixit, A. K. and J. E. Stiglitz, 1977, Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, *American Economic Review* 67, 297-308.
- Devereux, M. B. and D. R. F. Love, 1995, The Dynamic Effects of Government Spending Policies in a Two-Sector Endogenous Growth Model, *Journal of Money, Credit, and Banking* 27, 232-256.
- Ebert, U. and O. van dem Hagen, 1998, Pigouvian Taxes under Imperfect Competition if Consumption Depends on Emissions, *Environmental and Resource Economics* 12, 507-513.
- Elbasha, E. H. and T. L. Roe, 1996, On Endogenous Growth: The Implications of Environmental Externalities, *Journal of Environmental Economics and Management* 31, 240-268.
- Guo, J. T. and K. J. Lansing, 1999, Optimal Taxation of Capital Income with Imperfectly Competitive Product Markets, *Journal of Economic Dynamics and Control* 23, 967-995.
- Gradus, R. and S. Smulders, 1993, The Trade-Off between Environmental Care and Long-Term Growth: Pollution in Three Prototype Growth Models, *Journal of Economics* 58, 25-51.
- Huang, C. H. and D. Cai, 1994, Constant Returns Endogenous Growth with Pollution Control, *Environmental and Resource Economics* 4, 383-400.
- Karp, L., 1992, Social Welfare in a Common Property Oligopoly, *International Economic Review* 33, 353-372.

- Knowles, S. and D. P. Owen, 1995, Health Capital and Cross-Country Variation in Per Capita in the Mankiw-Romer-Weil Model, *Economic Letters* 48, 99-106.
- Ligthart, J. E. and F. van der Ploeg, 1994, Pollution, the Cost of Public Funds and Endogenous Growth, *Economic Letters* 46, 351-361.
- Lucas, R. E., Jr., 1988. On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics* 22, 3-42.
- Michel, P. E. and G. Rotillon, 1995, Disutility of Pollution and Endogenous Growth, *Environmental and Resource Economics* 6, 279-300.
- Mohtadi, H., 1996, Environment, Growth, and Optimal Policy Design, *Journal of Public Economics* 63, 119-140.
- Muysken, J., Yetkiner, H. I. and T. Ziesemer, 2003, Health, Labour Productivity and Growth, in *Growth Theory and Growth Policy*, Edited by Hagemann, H. and S. Seiter, London and New York: Routledge Press.
- Smulders, S. and R. Gradus, 1996, Pollution Abatement and Long-Term Growth, *European Journal of Political Economy* 12, 505-532.
- Tahvonen, O. and J. Kuuluvainen, 1991, Optimal Growth with Renewable Resources and Pollution, *European Economic Review* 35, 650-661.
- Turnovsky, S. J., 1995, *Methods of Macroeconomic Dynamics*. MA, Cambridge: The MIT Press.
- Van Ewijk, C. and S. van Wijnbergen, 1995, Can Abatement Overcome the Conflict Between Environment and Economic Growth? *De Economist* 143, 197-216.
- Van Zon, A. H. and J. Muysken, 2001, Health, Education and Endogenous Growth, *Journal of Health Economics* 20, 169-185.
- Williams III, R. C., 2003, Health effects and optimal environmental taxes, *Journal of Public Economics* 87, 323-335.
- World Health Organization, 1996, Final Consultation on Updating and Revision of the Air Quality Guidelines for Europe, Rep. No. ICP EHH 018 Vd96 2.11. Bilthoven, the Netherlands: The WorldHealth Organization.
- Zuidema, T. and A. Nentjes, 1997, Health Damage of Air Pollution: An Estimate of a Dose-Response Relationship for the Netherlands, *Environmental and Resource Economics* 9, 291-308.

## 計畫成果自評

---

1. 原先編寫計畫書時的構想是想要利用靜態的不完全競爭的總體模型來分析環境經濟相關的議題。然而，在實際執行計畫時卻發現，靜態模型無法探討污染會累積的現象，於是決定改變原先的構想，採行動態一般均衡模型作為分析的工具。因此，花了一些時間來研究具有動態特性的不完全競爭模型，並將環境特質加入模型之中。
  2. 本研究發現，考量環境的健康效果時，也就是強調污染會導致民眾生病，使得可以用來休閒與工作的可支配時間減少，造成勞動供給減少，進而影響經濟體系。因此，想要清楚地描述污染的健康效果應該從勞動供給著手。據此，本研究設計一個具有內生勞動休閒選擇特色的內生成長模型，將環境的特質與不完全競爭市場的特性納入模型之中。我們將環境品質、健康水準與民眾可支配時間作一連結。很明顯地，這與既存文獻的模型設計方式均不相同。更重要的是，本研究設計的機制可以更加清楚而且直接地反應自然環境對於經濟體系的影響途徑。是以，本研究的結果確實可以彌補既存環境經濟學文獻發展中的不足，確有其學術價值，也適合於發表於著名的國際學術期刊。
  3. 根據本文的分析指出：政府防治污染支出對於經濟成長率與環境品質的影響均不確定，但污染稅則可以提高社會的環境品質與經濟成長率。更重要的是，獨佔力在政策有效性上扮演了一個相當重要的角色。是以，本研究的結果確切地指出，政府的環境政策確實有他的政策效果在，然而更重要的是政策本身也會產生許多成本。尤其是經濟環境的狀態(如市場競爭程度)更是左右政策效果的重要原因之一。再次提醒了政府施政時應該要進行多方面考量的。
  4. 本計畫的成果已經撰寫成學術論文，我們將聽取專家學者意見並稍做修正後，投稿至國際學術期刊。
-

## 可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：93年10月30日

國科會補助計畫	計畫名稱：污染、健康與環保政策：一個不完全競爭的總體模型 計畫主持人：陳智華 計畫編號：NSC 92-2415-H-032-012- 學門領域：
技術/創作名稱	
發明人/創作人	
技術說明	中文：  (100~500 字)
	英文：
可利用之產業 及 可開發之產品	
技術特點	
推廣及運用的價值	

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。