

環保支出、通貨膨脹和經濟成長之間的關聯

阮俊英、孫鈺峯*

摘 要

本文建立一個貨幣內生成長模型，探討勞動休閒決策內生下，環保支出、通貨膨脹率與經濟成長率的關係。本文發現，環保支出規模擴大，有助於提升經濟成長率，但降低了消費佔資本的比例。其次，本文獲得環保支出對於通貨膨脹率之影響不確定的結論，正符合實際資料顯示之趨勢。另外，擴張環保支出，對於社會福利水準的衝擊亦不明確，須視環保舒適價值效果和經濟成長效果對福利的提升程度，與資源變動效果和勞動負效用效果對福利的減損程度而定。

關鍵詞：經濟成長、勞動供給決策內生、公共環保支出、通貨膨脹
JEL 分類代號：O42, O44, Q20

* 兩位作者分別為聯絡作者：孫鈺峯，嶺東科技大學財政學系助理教授，40852 台中市南屯區嶺東路 1 號，電話：04-23892088 轉 3642，E-mail: yufong@mail.ltu.edu.tw。阮俊英，修平科技大學國際企業經營學系助理教授，41280 台中市大里區工業路 11 號，電話：04-24961100 轉 2104，E-mail: chunying@mail.hust.edu.tw。作者們感謝中央研究院經濟研究所賴景昌特聘研究員、張俊仁研究員、東吳大學經濟學系謝智源教授、輔仁大學經濟學系黃俊傑教授和淡江大學產業經濟學系洪小文教授的指導；同時，也感謝兩位匿名審查教授的評論與指正，使本文趨臻完善。本文若有任何疏失，當屬作者們之責。另外，本文初稿曾於中央研究院 2008 年總體經濟計量模型研討會中宣讀，對於惠賜建議的評論人及與會者在此一並感謝。
投稿日期：民國 100 年 9 月 6 日；修訂日期：民國 100 年 11 月 7 日；
接受日期：民國 101 年 6 月 22 日。

1. 緒論

由於地球環境日益惡化，使得環境保護議題最近受到各國執政當局與學者的關心與討論。經濟學者也熱衷研究環境保護與經濟成長之間關聯的議題。從既有的經濟文獻，由於 Lucas (1988) 和 Romer (1986) 發展出新的成長理論模型，使得環保與經濟成長的議題重新發展出來，諸如 Huang and Cai (1994) 及 Ligthart and van der Ploeg (1994) 設計環境污染的理論模型，且令政府以課徵比例式所得稅的方式來融通環保支出，其發現：政府提高所得稅的稅率將會降低經濟成長率。Bovenberg and Smulders (1995) 及 Smulders and Gradus (1996) 將環境品質引入生產部門，其結論為：課環境稅融通環保支出，可以改善環境品質，而且有助於生產，進而促進資本累積及經濟成長。Chen et al. (2003) 建構一個環保經濟成長理論，假定政府以定額稅融通它的環保支出，以及納入實質景氣循環理論所強調的勞動跨時決策特質的內生成長模型。他們發現環保支出的增加可能有助於經濟成長，端視資源提取效果 (resources withdrawal effect) 和跨期替代效果 (intertemporal substitution effect) 二者力量的相對大小。Greiner (2005) 假定環境污染對民眾有負效用且將生產性的公共基礎建設存量引入生產函數的環保內生成長模型，且政府以污染稅及所得稅融通其公共基礎建設及環保支出。他發現若政府課所得稅，則對經濟成長的影響不確定。而課污染稅則不利於經濟成長。Fullerton and Kim (2008) 研究環保政策、扭曲稅與內生成長的關係，其發現環保政策會創造良好的投資環境而帶來經濟成長且提高福利。

關於環保政策對總體經濟影響的實證研究集中於課徵環境稅的效果；Glueck and Schleicher (1995) 解析二氧化碳減少政策在經濟成長與通貨膨脹之間的關係，他們發現二氧化碳減少政策對經濟成長不利且會造成通貨膨脹率上升。Koepl et al. (1996) 研究能源

稅、經濟成長及通貨膨脹之間的關係，他們指出課徵能源稅會造成通貨膨脹率上漲但卻有利於經濟成長。Bosquet (2000) 介紹世界各國所執行的環保租稅政策，也收集 56 個不同的實證文獻資料和模型設定做 139 個模擬，結果發現環保租稅政策是會提高消費者物價指數；最近幾篇論文的結論與前面不同，Barker et al. (2007) 以英國的環保政策為研究對象，發現環保政策在執行的前五年會使 GDP 平減指數年增率上升 0.01，但是之後就為 0；假如在高油價情境或是有價格補貼的情境下，環保政策會使 GDP 平減指數年增率下跌；類似的研究，Barker et al. (2009) 顯示：環保政策會使消費者物價指數初期上升、而後下跌。從理論觀點分析實證的結果：課徵環境稅會產生雙重紅利效果 (double dividends effect)。¹ 所謂的雙重紅利就是課徵環境稅不但可以減少污染，還可以用租稅收益補貼因降低扭曲性租稅所致的損失，產生提高就業率與社會福祉的效果。從實證研究的結果得知，似乎雙重紅利效果在不同情境下對一般物價可能的影響是不確定。

這些研究都集中以租稅的方式執行環保政策；然而，許多國家的政治行政體制要用增加租稅的方式執行環保政策可能較為困難，而且也有可能因為徵稅效率不彰而功虧一簣；隨著全球環保意識高漲，若政府因應這方面所需，未來是否可能採用貨幣融通的方式執行環保政策是值得關注，也就是環境政策有可能產生貨幣現象，而影

¹ Bovenberg and de Mooij (1994) 認為有二項效果會影響雙重紅利：一是收益回收效果 (revenue-recycling effect)，另一是稅賦交互效果 (tax-interaction effect)。收益回收效果是指：環境稅收益可回收降低勞動所得稅率所產生的稅收損失，而勞動所得稅率下降可誘發勞動供給意願，降低工資率，增加就業水準的效果。稅賦交互效果是指：課徵環境稅之後將導致污染性財貨價格上漲而使其消費量減少，造成環境稅稅基縮小，也會減少勞工的實質所得而降低工作意願，產生腐蝕收益回收效果的現象。當收益回收效果大於（小於）稅賦交互效果時，就業增加（減少），環境品質改善，雙重紅利假說成立（不成立）。從這兩種效果可以推得：收益回收效果會降低工資率、提高就業產出，可能會降低產出成本和提高總合供給，而使一般價格水準下跌；稅賦交互效果會直接衝擊污染性財貨價格上漲而提高一般價格水準；由此推論，環境政策是否會有通貨膨脹的現象是無法確定。

響總體經濟，甚至影響經濟成長。經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 所發表 2007 年年鑒，已有專門討論全球主要國家防治污染與控制支出 (pollution abatement and control expenditure) 狀況的部分。年鑒指出 1994 年至 2004 年，防治污染與控制支出比率佔國內生產毛額 (gross domestic product, GDP) 的百分比約 0.5-2.1%，其中超過 2% 的國家有奧地利與荷蘭，也就是說防治污染與控制支出已經成為國際上一個重要的議題。未來全球各國為保護環境將會簽訂公約，督促各國執行環保政策，在這種情況下各國將會因地球環境惡化而加強相互監督，並可能要求提高環保支出。然而面對防治污染公共支出，融通支出的管道不一定只用租稅融通，也有可能採用貨幣融通其他方式。² 若是採用貨幣融通環保支出，必須考慮的是，這種融通方式是否會使環保支出、通貨膨脹率和經濟成長率有關連？

以台灣行政院環境保護署網站上公布民國 90 年至 99 年的環保支出紀錄，配合主計處的通貨膨脹率數據，我們做了簡單回歸分析，將消費者物價指數年增率當作應變數，前一期環保支出規模（即環保支出占 GDP 比例）當作自變數，發現提高前一期環保支出規模一單位，會使本期消費者物價指數年增率下降 8.1696 單位，然而可能是樣本太少的的原因，無法通過係數顯著性檢定。另外，我們在國際貨幣基金會 (International Monetary Fund, IMF) 資料庫 (world economic outlook database) 與 2007 年 3 月 OECD 環保理事會收集 1995 年至 2003 年的時間數列資料，計算環保支出規模與通貨膨脹率的相關係數，其中發現捷克的相關係數為 0.9084、瑞典為 0.5671，有較高度的正相關；德國的相關係數為 -0.7652，有較高度的負相關。由此猜測：環保支出規模與通貨膨脹率之間的關係是模稜兩可的，若能將它們之間的關係釐清，對政府從事環保工作會有極大的幫助。

² 有關貨幣融通環境支出的例子，例如：2008 年 12 月美國歐巴馬政府表示藉由傳統的貨幣政策工具與舉債來因應近期的景氣嚴重衰退已達極限，推出最高達 1 兆美元的經濟復甦方案，其中就有環保和節能項目。

以現存文獻研究而言，並沒有以理論模型方式，有系統的說明環保支出、通貨膨脹和經濟成長之間的關聯，因此本文嘗試建立一個具有貨幣的環保內生成長模型，探討環保支出採用貨幣融通方式獲得，對環境保護、通貨膨脹率和經濟成長率有何影響，以彌補文獻之缺。³

本文所建立的模型是結合 Chen et al. (2003) 環保內生成長模型和 Lucas (1980) 現金付現模型，建構一個有環境污染、勞動休閒內生化決策和消費需現金付現的環保內生成長模型，用來解釋實際資料所呈現環保支出和通貨膨脹率之間的關係。本文共分 5 節，除本節緒論外；第 2 節為建構理論模型並進行比較靜態特質的分析。第 3 節為本文的重心所在，旨在說明環保支出增加對長期均衡的效果。第 4 節環保支出規模的福利效果。第 5 節為本文的結論。

2. 理論模型

本文模型以勞動休閒內生化決策下的 Chen et al. (2003) 環保內生成長模型為基礎，將 Lucas (1980) 現金付現觀念引入模型，探討環保支出和經濟成長率及通貨膨脹率的關係。首先我們說明經濟體系整體環境的污染現象；依循 Gradus and Smulders (1993)、Ligthart and van der Ploeg (1994)、Smulders and Gradus (1996) 以及 Chen et al. (2003) 的觀點：廠商在生產過程中，資本將會產生污染。同時，如果政府的環保支出 (G) 愈好，則廠商在生產過程中所產生的污染將會減少。準此如果政府的環保支出，污染流量 (ξ) 的生產函數可表示成

$$\xi = G^{-\alpha} K^{\beta}, \quad (1)$$

其中 K 為資本， α 為增加環保支出降低污染流量之生產彈性， β 為資本生產污染流量之生產彈性。假定污染會不斷的累積，因此隨著時

³ 據我們所知，現存文獻中只有 Faria (1998) 討論財政政策與貨幣政策對環保的衝擊，該文延伸古典貨幣成長模型加入現金付現的概念，討論自然資源與通貨膨脹率及政府的消費性支出的關係，其發現通貨膨脹率與自然資源及政府的消費性支出與自然資源皆存在不確定的關係，然而該文採用外生成長理論為架構。

間的前進，污染流量會累積成污染的存量。令 $\dot{D} (\equiv dD/dt, t$ 為時間) 為每經過單位時間所生產的污染增量，則污染存量與污染流量間的關係為

$$\dot{D} = \xi . \quad (2)$$

接著，我們開始討論家計單位的決策。我們假設家計單位是由數量龐大且相同的代表性個人所組成，其生命可以存活無限期。代表性個人的目標是追求終生效用 (U) 的極大

$$U = \int_0^{\infty} (C, D, \ell) e^{-\rho t} dt; \rho > 0 , \quad (3)$$

其中 ρ 為主觀的時間偏好率， $V(C, D, \ell)$ 是代表性個人的瞬時效用函數， C 是代表性個人對商品之消費， D 為整個社會的污染存量， ℓ 為休閒。另外，為了簡化分析且要能夠解出明確的經濟成長率，我們參卓 Chen et al. (2003) 將以自然對數型式來描述民眾的瞬時效用函數為⁴

$$V(C, D, \ell) = \ln C - \theta \ln D + \eta \ln \ell; \theta, \eta > 0 , \quad (4)$$

其中 θ 與 η 分別衡量污染與休閒對民眾效用影響程度的參數。

另外，我們仿照 Chen et al. (2003)，假定生產函數為

$$Q = AK(1 - \ell)^\varepsilon; 0 < \varepsilon < 1 , \quad (5)$$

其中 A 為技術參數， K 為資本。假定家計部門持有資本和貨幣兩種資產，其預算限制式可表示為

$$\dot{K} + \dot{m} = AK(1 - \ell)^\varepsilon - C - \pi m , \quad (6)$$

⁴ 在 Chen et al. (2003) 模型中，於相對風險逃避係數等於 1 時，效用函數形式亦滿足消費與休閒具有正向但呈現遞減特性的邊際效用與污染的邊際效用為負值且呈現遞減的特性，其瞬時效用函數則為本文 (4) 式之形式。

其中 m 為實質貨幣餘額，其為名目貨幣供給 (M) 除以物價水準 (P) 而來； π ($\equiv \dot{P}/P$) 為通貨膨脹率。另外，依循 Lucas (1980) 及 Chang et al. (2000) 的設定，將消費支出設定成須受實質貨幣餘額付現的限制

$$m \geq C \quad (7)$$

家計單位的最適化行為可表示成

$$\max_{C, \ell, K, m} \int_0^{\infty} (\ln C - \theta \ln D + \eta \ln \ell) e^{-\rho t} dt, \quad (8a)$$

$$\text{s. t. } \dot{K} + \dot{m} = AK(1 - \ell)^{\epsilon} - C - \pi m, \quad (8b)$$

$$m \geq C \quad (8c)$$

在求解家計單位最適行為條件前，必須說明：依據 Byrne (1997)、Chen et al. (2003)、陳智華等 (2003)、陳智華與謝智源 (2008) 以及 Chen et al. (2009) 的觀點，本文將污染當成公害 (public bads)。也就是說，個人排放的污染會變成公害，危及整個家計單位而由全體承擔污染的後果，因此個人所面對的污染存量是整個經濟體系所產生的污染。換句話說，進到代表性個人效用函數的污染存量是整個社會的污染存量。⁵ 本文假設家計單位是由數量龐大且相同的代表性個人所組成，一個代表性個人在這樣的群體中非常渺小，猶如滄海一粟，因此個人沒有能力撼動整個群體所造成的污染存量，因而在做消費、勞動、資本及貨幣資產持有的決策時，將污染存量視為常數。較明確地說，單獨的代表性個人在做決策時將污染存量視為外生變數。但是在分析整體社會經濟均衡條件時，社會污染存量是由污染流量累積而來，而污染流量是由每個代表性個人所決定資本和政府環保支出兩者交互作用所決定的，因此社會污染存量是由整個經濟體系所決定，成為模型的內生變數。

⁵ 這表示單獨的個人不只要承擔自身排放污染的危害，同時也必須承擔他人排放污染的危害，隱含污染是具有外部性。

根據 (8a) 式、(8b) 式及 (8c) 式可設定以下現值的 Hamiltonian 函數

$$H = \ln C - \theta \ln D + \eta \ln \ell + \lambda [AK(1-\ell)^\varepsilon - C - \pi m] + \psi(m-c), \quad (9)$$

其中令 λ 及 ψ 分別為共狀態變數及 Lagrange 乘數。家計單位選擇 C 、 ℓ 、 m 、 K 、 ψ 、 λ 的一階最適條件為

$$\frac{1}{C} = \lambda + \psi, \quad (10a)$$

$$\frac{\eta}{\ell} = \lambda \varepsilon AK(1-\ell)^{\varepsilon-1}, \quad (10b)$$

$$-\pi\lambda + \psi = -\dot{\lambda} + \lambda\rho, \quad (10c)$$

$$\lambda A(1-\ell)^\varepsilon = -\dot{\lambda} + \rho\lambda, \quad (10d)$$

$$m = C, \quad (10e)$$

$$AK(1-\ell)^\varepsilon - C - \pi m = \dot{K} + \dot{m}. \quad (10f)$$

(10a) 式表示消費的邊際效用等於實質財富的影子價格加持有貨幣的邊際利益。(10b) 式表示休閒的邊際效用等於休閒的邊際成本。(10c) 式表示代表性個人持有實質貨幣餘額之最適條件，其隱含代表性個人多持有實質貨幣餘額之邊際淨利得 ($\psi - \lambda\pi$) 等於因為多持有實質貨幣餘額而減少當期消費所承擔的邊際損失 ($-\dot{\lambda} + \rho\lambda$)。(10d) 式表示代表性個人持有資本之最適條件，其隱含著多持有資本之邊際利得 ($\lambda A(1-\ell)^\varepsilon$) 等於因為持有資本而減少當期消費所承擔邊際損失 ($-\dot{\lambda} + \rho\lambda$)。(10e) 式為民眾的交易付現限制式，⁶ (10f) 式為家計單位

⁶ 由於民眾的決策目標是追求終生效用折現的極大，故理性的民眾在從事消費交易，會持有等額的實質貨幣餘額作為交易的媒介。所以我們採用 $m = C$ 的交易付現情況。

預算限制式。此外，家計單位的行為須符合的終端條件 (transversality condition) 為

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda m e^{-\rho t} = 0, \quad (10g)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda k e^{-\rho t} = 0. \quad (10h)$$

另外由(10c)式及(10d)式可推得

$$\psi - \pi\lambda = \lambda A(1 - \ell)^\varepsilon. \quad (10i)$$

(10i)式表示持有實質貨幣餘額與持有資本的套利條件。該式等號左邊是多持有實質貨幣餘額邊際淨利得（等於持有實質貨幣的邊際利得減去因物價上漲率導致的貨幣價值的損失），等號右邊是持有資本報酬（等於資本的邊際生產力的價值）。

在求導市場均衡條件時，必須考量政府的預算限制式。假定政府是以發行貨幣的方法融通它對於防治污染的支出，即

$$G = \mu m, \quad (11)$$

其中令 $\mu (\equiv \dot{M}/M)$ 為名目貨幣供給增加率，因此實質貨幣供給增加率可表示為

$$\frac{\dot{m}}{m} = \mu - \pi. \quad (12)$$

依循 Turnovsky (2000) 及 Chen et al. (2003)，我們假設政府的防治污染支出佔產出的某一比率 ϕ ，即

$$G = \phi AK(1 - \ell)^\varepsilon. \quad (13)$$

加總代表性個人及政府的預算限制式可得經濟資源限制式為

$$\dot{K} = (1-\phi)AK(1-\ell)^\varepsilon - C \quad (14)$$

藉由 (10b) 式可推導出休閒的瞬時關係為

$$\ell^* = \ell(x, y) \quad (15)$$

其中 $x = 1/(\lambda C)$ ， $y = C/K$ 。另外各偏微分關係為： $\ell_x = \eta y/\Omega > 0$ 、 $\ell_y = \eta x/\Omega > 0$ ，其中 $\Omega = \varepsilon A(1-\ell)^{\varepsilon-2}(1-\varepsilon\ell) > 0$ 。由 (10a) 式至 (10d) 式及 (12) 式可推得通貨膨脹率 π 的均衡關係式

$$\pi = \frac{1}{\lambda C} - 1 - A(1-\ell)^\varepsilon \quad (16)$$

再由 (11) 式及 (13) 式可得名目貨幣成長率 μ 的關係式

$$\mu = \phi A \left(\frac{K}{C} \right) (1-\ell)^\varepsilon \quad (17)$$

將 (13) 式代入 (1) 式再代入 (2) 式可得污染存量累積方程式為

$$\frac{\dot{D}}{D} = (\phi A)^{-\alpha} (1-\ell)^{-\alpha\varepsilon} \frac{K^{\beta-\alpha}}{D} = (\phi A)^{-\alpha} (1-\ell)^{-\alpha\varepsilon} \left(\frac{D^{\frac{1}{\beta-\alpha}}}{K} \right)^{\alpha-\beta} \quad (18)$$

我們依循 Futagami et al. (1993)、Faig (1995) 以及 Chen et al. (2003) 的變數轉換處理方式，定義新變數為 $z = D^{1/(\beta-\alpha)}/K$ 。再利用 (10a) 式至 (10d) 式、(12) 式、(13) 式、(14) 式、(15) 式、(16) 式、(17) 式及 (18) 式可推得 x 、 y 及 z 所構成的動態體系

$$\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} - \frac{\dot{C}}{C} = x - \frac{\phi A(1-\ell)^\varepsilon}{y} - (1+\rho) \quad (19)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{K}}{K} = y + \phi A(1-\ell)^\varepsilon + \frac{\phi A(1-\ell)^\varepsilon}{y} + 1 - x \quad (20)$$

$$\begin{aligned}\frac{\dot{z}}{z} &= \frac{1}{\beta - \alpha} \frac{\dot{D}}{D} - \frac{\dot{K}}{K} \\ &= \frac{1}{\beta - \alpha} [(\phi A)^{-\alpha} (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon} z^{\alpha - \beta}] - (1 - \phi) A (1 - \ell)^\varepsilon + y.\end{aligned}\quad (21)$$

由於 (19) 式、(20) 式就能決定 x 、 y 的動態調整解，然後再由 (21) 式決定 z 的動態調整解，因此不需要使用計算較為複雜的三條聯立微分方程式同時求解的方法，只要先從 (19) 式、(20) 式計算 x 、 y 的動態調整解，再代入 (21) 式求解 z 的動態調整性質，這樣的過程較為容易處理。

3. 環保支出的規模及長期效果

在本節中，我們將檢視經濟體系短期之動態特質與探討環保支出擴大對於經濟體系的影響，包括經濟成長率及通貨膨脹率。(19) 式、(20) 式之微分方程式可用隱函數型式表示成

$$\dot{x} = F(x, y, \phi), \quad (22)$$

$$\dot{y} = J(x, y, \phi), \quad (23)$$

其中

$$F_x = x^* \left[1 + \frac{\phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon - 1} \eta}{\Omega} \right] > 0,$$

$$F_y = x^* \left[\phi A (1 - \ell^*)^\varepsilon y^{*-2} + \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon - 1} \eta x^* (\Omega y^*)^{-1} \right] > 0,$$

$$F_\phi = -x^* A (1 - \ell^*)^\varepsilon (y^*)^{-1} < 0,$$

$$J_x = -y^* \left[\frac{1 + \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} \eta y^*}{\Omega} \times \left(1 + \frac{1}{y^*} \right) \right] < 0 ,$$

$$J_y = y^* \left\{ 1 - \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} \left[\eta x \Omega^{-1} + \eta x (\Omega y^*)^{-1} + \varepsilon^{-1} (1 - \ell^*) (y^*)^{-2} \right] \right\} ,$$

$$J_\phi = A(1 - \ell)^\varepsilon (1 + y^*) > 0 .$$

(21) 式之微分方程式可用隱函數型式表示成

$$\dot{z} = H(x, y, z, \phi) , \quad (24)$$

其中

$$H_x = \frac{1}{\beta - \alpha} (\phi A)^{-\alpha} \alpha \varepsilon (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon - 1} \ell_x (z^*)^{\alpha - \beta + 1} \\ + (1 - \phi) A \varepsilon (1 - \ell)^{\varepsilon - 1} \ell_x z^* > 0 ,$$

$$H_y = \frac{1}{\beta - \alpha} (\phi A)^{-\alpha} \alpha \varepsilon (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon - 1} \ell_y (z^*)^{\alpha - \beta + 1} \\ + (1 - \phi) A \varepsilon (1 - \ell)^{\varepsilon - 1} \ell_y z^* + z^* > 0 ,$$

$$H_z = -(\phi A)^{-\alpha} (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon} (z^*)^{\alpha - \beta} < 0 ,$$

$$H_\phi = \frac{-\alpha}{\beta - \alpha} \phi^{-\alpha - 1} A^{-\alpha} (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon} (z^*)^{\alpha - \beta + 1} + A(1 - \ell)^\varepsilon z^* .$$

(19) 式、(20) 式分別顯示 \dot{x} 和 \dot{y} 是 x, y 的非線性方程式，這樣的聯立微分方程式要獲得確切解 (explicit solution) 實有難處，因此本文採用定性理論 (qualitative theory) 所使用的方法，以聯立微分方程式在長期均衡做泰勒線性展開 (Taylor linear expansion)，求解微分方程式的特性根，利用特性根的性质，了解在長期均衡附近的動態調整性質。我們於經濟體系新的靜止均衡 (x^*, y^*) 上對 (22) 式、(23) 式作 Taylor 線型展開，可得

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x & F_y \\ J_x & J_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - x^* \\ y - y^* \end{bmatrix} . \quad (25)$$

令 a 是動態體系的特性根，則可推得以下的特性方程式

$$a^2 - (F_x + J_y)a + F_x J_y - F_y J_x = 0 . \quad (26)$$

令 a_1 與 a_2 為此動態體系的二個特性根，由上式可知根與係數的關係為

$$a_1 + a_2 = \frac{\Omega y^* (x^* + y^*) - \Omega \phi A (1 - \ell^*)^\varepsilon - \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} \eta x^* (y^*)^2}{\Omega y^*} \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \end{matrix} , \quad (27)$$

$$\begin{aligned} a_1 \cdot a_2 &= x^* y^* \left\{ \frac{\Omega y^* + \eta \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} [y^* (1 - x^*) + \phi A (1 - \ell^*)^\varepsilon]}{\Omega y^*} \right\} , \\ &= x^* y^* \left[\frac{(\Omega - \eta \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} \rho)}{\Omega} \right] \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \end{matrix} . \end{aligned} \quad (28)$$

由 (27) 式、(28) 式得知經濟體系中 x 、 y 的動態調整系統可能存在三種型態，第一種是特性根有二正根；另一種是一正、一負根；第三種是兩負根。在既存文獻中，有關於完全預期模型，例如 Burmeister (1980)、Buiter (1984)、Turnovsky (2000) 及 Chang and Lai (2000)，這些文獻說明：要使完全預期模型有動態均衡唯一解的條件，必須符合特性根的正根數目等於跳躍變數的數目。就有如前面我們所定義 $x = 1/(\lambda C)$ 及 $y = C/K$ ， C 是控制變數，可以隨時調整，因此 x 與 y 是模型的跳躍變數。若要使本模型存在唯一的完全預期均衡解，需符合兩個特性根均為正根，因此本模型假設 $a_1 + a_2 > 0$ 和 $a_1 a_2 > 0$ 成立。接下來，求算 z 的動態調整性質，由 (24) 式得到 z 動態調整的特性根 a_3 為

$$a_3 = H_z = -(\phi A)^{-\alpha} (1 - \ell)^{-\alpha \varepsilon} (z^*)^{\alpha - \beta} < 0 . \quad (29)$$

由於 D 及 K 是存量變數，必須跨時才能調整，因此 $z = D^{1/(\beta - \alpha)} / K$ ，它不是跳躍變數，所以特性根為負根正好符合 z 不是跳躍變數的性質，讓模型存在唯一完全預期均衡解。

接著，探討環保支出擴大對於經濟體系的影響，包括經濟成長率及通貨膨脹率。當經濟體系處於靜止均衡時，必定滿足 $\dot{x} = \dot{y} = \dot{z} = 0$ ，所以長期均衡值 x^* 、 y^* 及 z^* 必然滿足以下方程式

$$x^* = \frac{\phi A [1 - \ell(x^*, y^*)]^\varepsilon}{y} + (1 + \rho), \quad (30)$$

$$y^* = x^* - 1 - \phi A [1 - \ell(x^*, y^*)]^\varepsilon \left(1 + \frac{1}{y^*}\right), \quad (31)$$

$$z^* = \left\{ \frac{\left\{ A [1 - \ell(x^*, y^*)]^\varepsilon - \rho \right\} (\beta - \alpha)}{(\phi A)^{-\alpha} [1 - \ell(x^*, y^*)]^{-\alpha\varepsilon}} \right\}^{\frac{1}{\alpha - \beta}}. \quad (32)$$

微分 (3) 式、(7) 式，然後整理 (10d) 式、(12) 式、(14) 式、(16) 式、(17) 式、(18) 式，將靜止均衡的 x^* 、 y^* 、 z^* 代入，可以獲得均衡成長率

$$\begin{aligned} \gamma^* &= - \left(\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \right)^* = \left(\frac{\dot{m}}{m} \right)^* = \left(\frac{\dot{Q}}{Q} \right)^* = \left(\frac{\dot{C}}{C} \right)^* = \left(\frac{\dot{K}}{K} \right)^* \\ &= \left(\frac{1}{\beta - \alpha} \right) \left(\frac{1}{\beta - \alpha} \right)^* = \gamma^* = A (1 - \ell^*)^\varepsilon - \rho. \end{aligned} \quad (33)$$

若要討論環保支出擴大政策對成長率的影響，必須利用 (30) 式、(31) 式及 (32) 式作比較靜態分析，獲得 ϕ 和靜止均衡的 x^* 、 y^* 及 z^* 的關

⁷ 本文依循 Chen et al. (2003)，只分析經濟體系存在一個正的經濟成長率。所以 $\beta > \alpha$ 是確保污染存量呈正成長，相關的文獻如 Huang and Cai (1994)、Ligthart and van der Ploeg (1994)、Mohtadi (1996) 以及 Chen et al. (2003)。而有關污染存量的累積有兩派不同的看法：

- (1) 污染存量可以持續的成長 ($\beta > \alpha$)；如水資源、空氣、土壤污染等，相關的文獻包括：Huang and Cai (1994)、Ligthart and van der Ploeg (1994)、Mohtadi (1996) 以及 Chen et al. (2003)。
- (2) 污染存量不允許持續的成長 ($\beta \leq \alpha$)；如噪音污染，相關的文獻包括：Bovenberg and Smulders (1995)、Smulders and Gradus (1996)、Bovenberg and de Mooij (1997) 以及 Grimaud (1999)。

係，然後再代入 (33) 式而獲得 ϕ 變動對均衡成長率 γ^* 的影響。我們先將 (30) 式代入 (31) 式作整理，而後作全微分整理成矩陣形式如下⁸

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} 1 + \frac{\eta x^* \phi \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}}{y^* \Omega} & \frac{\eta x^* y^* \phi \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1} + \Omega \phi A (1 - \ell^*)^\varepsilon}{(y^*)^2 \Omega} \\ -\frac{\eta y^* \phi \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}}{\Omega} & 1 - \frac{\eta x^* \phi \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}}{\Omega} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial x^*}{\partial \phi} \\ \frac{\partial y^*}{\partial \phi} \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \frac{A(1 - \ell^*)^\varepsilon}{y} \\ -A(1 - \ell^*)^\varepsilon \end{bmatrix} \circ \end{aligned} \quad (34)$$

由上式可得

$$\frac{\partial x^*}{\partial \phi} = \frac{A(1 - \ell^*)^\varepsilon}{\Delta (y^*)^2} [y + \phi A(1 - \ell^*)^\varepsilon] > 0, \quad (35)$$

$$\frac{\partial y^*}{\partial \phi} = \frac{-A(1 - \ell^*)^\varepsilon}{\Delta} < 0, \quad (36)$$

其中 $\Delta = [\Omega - \rho \eta \phi A \varepsilon (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}] / \Omega > 0$ 。上面兩式的結果顯示環保支出擴大政策會使 x^* 增加、 y^* 減少。接著，再對 (32) 式作全微分後，將上面兩式的比較靜態結果代入，可獲得

$$\begin{aligned} \frac{\partial z^*}{\partial \phi} &= \frac{-z^*}{(\alpha - \beta)} \left\{ \left[\frac{\eta y^* \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}}{[A(1 - \ell^*)^\varepsilon - \rho] \Omega} + \frac{\eta y^*}{(1 - \ell^*)^\varepsilon \Omega} \right] \left[\frac{A(1 - \ell^*)^\varepsilon [y + \phi A(1 - \ell^*)^\varepsilon]}{\Delta (y^*)^2} \right] \right. \\ & \quad \left. - \left[\frac{\eta x^* \varepsilon A (1 - \ell^*)^{\varepsilon-1}}{[A(1 - \ell^*)^\varepsilon - \rho] \Omega} + \frac{\eta x^*}{(1 - \ell^*)^\varepsilon \Omega} \right] \left[\frac{A(1 - \ell^*)^\varepsilon}{\Delta} \right] - \frac{\alpha}{\phi} \right\} > 0. \quad (37) \end{aligned}$$

⁸ 由於本文僅處理政府環保支出變動（即 ϕ 變動）對經濟體系的影響。因此，我們將忽略掉其他參數的變動。

(37) 式顯示環保支出擴大政策對 z^* 的影響是不確定。最後，針對環保政策對休閒作比較靜態分析，獲得

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ell^*}{\partial \phi} &= \ell_x \frac{\partial x^*}{\partial \phi} + \ell_y \frac{\partial y^*}{\partial \phi} \\ &= \frac{\eta A(1-\ell^*)^\varepsilon [y^*(1-x^*) + \phi A(1-\ell^*)^\varepsilon]}{\Omega \Delta y^*}.\end{aligned}$$

上式結果的正負號需要 (30) 式代入後才能獲知

$$\frac{\partial \ell^*}{\partial \phi} = -\frac{\eta A(1-\ell^*)^\varepsilon \rho}{\Omega \Delta} < 0. \quad (38)$$

根據 (33) 式至 (38) 式的結果，可證明下列命題成立。

[命題 1] 環保支出規模和經濟成長率有正向關係。

證明：將 x^* 、 y^* 代入 (10d) 式可獲得均衡成長率為

$$\gamma^* = -\dot{\lambda} / \lambda = A(1-\ell^*)^\varepsilon - \rho.$$

將上式微分後，再將 (38) 式代入可得下式

$$\begin{aligned}\frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} &= -A\varepsilon(1-\ell^*)^{\varepsilon-1} \left(\frac{\partial \ell^*}{\partial \phi} \right) \\ &= A\varepsilon(1-\ell^*)^{\varepsilon-1} \left[\frac{\eta A(1-\ell^*)^\varepsilon \rho}{\Omega \Delta} \right] > 0.\end{aligned} \quad (39)$$

由 (39) 式所顯示的結果獲得：環保支出規模和經濟成長率有正向關係，故得證。

命題 1 的證明可說明政府採取擴張環保支出規模，有兩個途徑影響休閒和勞動，然後影響均衡成長率，使環保支出規模與經濟成

長率有正向關連，這樣的效果就是「資源變動效果」(resource mobilization effect)。資源變動效果是指政府採取擴張環保支出規模 (ϕ) 的政策行為將會使經濟個體對這項行為對做出反應，影響資源配置而改變經濟成長率。本文因為採用貨幣融通環保支出，資源變動效果影響成長率有兩個途徑。第一途徑，政府採取貨幣融通方式擴張環保支出規模，導致物價上升，而損耗實質貨幣的購買力，透過交易付現限制式，導致消費減少，使 x^* 上升；第二途徑，由於物價上升，減損實質貨幣的價值和購買力，而使民眾調整資產組合，多持有資本而減少實質貨幣持有。少持有實質通貨透過交易付現的管道會減少消費，而使 y^* 下跌。第一途徑會刺激休閒增加而使勞動供給減少；第二途徑會抑制休閒而使勞動供給增加。綜合這兩種途徑對休閒和勞動供給產生的效果，第二途徑效果會大於第一途徑效果，而使勞動供給增加，這會提升資本的邊際生產力，有助於資本累積，使經濟體系享有更高成長的榮景。此結果與一般的文獻相同，例如 Chen et al. (2003) 及 Greiner (2005)。

[命題 2] 環保支出規模和通貨膨脹率有不確定的關係。

證明：由(15)式及(37)式可推得

$$\frac{\partial \pi}{\partial \phi} = \frac{\partial x^*}{\partial \phi} + A\varepsilon(1-\ell^*)^{\varepsilon-1} \frac{\partial \ell^*}{\partial \phi} > 0 \quad (40)$$

由(40)式所顯示的結果獲得：環保支出規模和通貨膨脹率有不確定關係，故得證。

命題 2 的結果不同於一般的貨幣成長模型的結論，因為政府採取擴張環保支出規模 (ϕ) 的政策行為，為了平衡政府預算必須透過調高名目貨幣供給增加率的方式支應，在一般的貨幣成長模型所呈現的結果應是提高 ϕ ，通貨膨脹率也應該上升；然而命題 2 所呈現的結果卻是不確定，不同於一般的貨幣成長模型。要解釋其邏輯必須先瞭解

平衡成長時，通貨膨脹率 (π) 和貨幣供給成長率 (μ) 的關係；根據 (12) 式和平衡成長的定義可得

$$\pi^* = \mu^* - \gamma^* \quad (41)$$

微分後可得

$$\frac{\partial \pi^*}{\partial \phi} = \frac{\partial \mu^*}{\partial \phi} - \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} \quad (42)$$

微分 (16) 式可得

$$\frac{\partial \mu}{\partial \phi} = \frac{A(1-\ell^*)}{y^*} - \frac{A}{y^*} \frac{\partial \ell^*}{\partial \phi} - \frac{A(1-\ell^*)}{(y^*)^2} \frac{\partial y^*}{\partial \phi} > 0 \quad (43)$$

上式的正負號判定是將 (36) 式、(38) 式代入後獲得的。從 (41) 式、(42) 式得知：解釋通貨膨脹率的上升與否，由貨幣成長率和產出成長率之間差距的變動決定。從 (43) 式和命題 1 得知：當環保支出規模增加時，會使長期均衡的貨幣成長率和產出成長率增加；若貨幣成長率增加幅度大於產出成長率增加的幅度，會造成過多的貨幣追逐較少的商品，而使通貨膨脹率上升；若貨幣成長率增加幅度小於產出成長率增加的幅度，會造成較少的貨幣使用在較多的商品而使通貨膨脹率下跌。一般的貨幣成長模型，貨幣成長率的增加，其結果大多是對產出成長率無影響（例如：Chang and Lai (2000)），不然就是有害產出成長率（例如：Jha et al. (2002)），因此貨幣成長率和通貨膨脹率有正向關係；在本文模型中，環保支出規模增加，會使長期均衡的貨幣成長率和產出成長率增加，因此呈現不確定的結果。⁹

4. 環保支出規模的福利效果

我們接著將探討環保政策的福利效果。首先，依循 Greiner and

⁹ 感謝評審者在初稿中指引這個命題的證明。

Hanusch (1998) 及 Chen et al. (2009) 使用間接效用函數來衡量福利改變的方法，關注政策改變對長期均衡所產生的福利效果。根據分析結果可證明下列命題成立。

[命題 3] 環保支出規模擴大對福利有不確定的效果。

證明：體系達成長期均衡時，休閒時間的成長為零，從 (33) 式得知 C 的時間路徑如下

$$C_t = C_0 e^{\gamma^* t}, \quad (44)$$

其中的 C_0 為給定期初資本 (K_0) 下的消費量。由 (14) 式及 (33) 式，我們可以得到 C_0 與 K_0 的關係

$$C_0 = [\rho - \phi(\gamma^* + \rho)]K_0. \quad (45)$$

同樣的，將 (32) 式的長期均衡值 z^* 代入污染存量的動態調整方程式 (18) 式，可獲得污染存量的均衡成長率為

$$\frac{\dot{D}}{D} = [A(1 - \ell^*)^\varepsilon - \rho](\beta - \alpha) = \gamma^*(\beta - \alpha). \quad (46)$$

由此可得

$$D = D_0 e^{\gamma^*(\beta - \alpha)t}, \quad (47)$$

其中 D_0 表示給定期初資本 (K_0) 下的污染存量。由 (18) 式及 (33) 式可獲得 D_0 與 K_0 的關係

$$D_0 = \left[\frac{1}{\gamma^*(\beta - \alpha)\phi^a(\gamma^* + \rho)^a} \right] K_0^{\beta - \alpha}. \quad (48)$$

將(4)式代入(3)式並結合(44)式、(47)式，可以推得社會福利 $W(\phi)$

$$\begin{aligned}
 W(\phi) &= \max \int_0^{\infty} (\ln C - \theta \ln D + \eta \ln \ell) e^{-\rho t} dt \\
 &= \left\{ -\frac{1}{\rho} \left(e^{-\rho t} \ln C_0 e^{\gamma^* t} + \frac{\gamma^* e^{-\rho t}}{\rho} \right) + \frac{\theta}{\rho} \left[\ln \left(D_0 e^{\gamma^* (\beta - \alpha) t} \right) \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + \frac{\gamma^* (\beta - \alpha) e^{-\rho t}}{\rho} \right] - \frac{\eta e^{-\rho t}}{\rho} \ln \ell^* \right\} \Big|_0^{\infty} \\
 &= \left(\frac{1}{\rho} \ln C_0 + \frac{\gamma^*}{\rho^2} \right) - \left[\frac{\theta}{\rho} \ln P_0 + \frac{\theta (\beta - \alpha) \gamma^*}{\rho^2} \right] + \frac{\eta}{\rho} \ln \ell^* \quad (49)
 \end{aligned}$$

(49)式表示社會福利水準是由三個部分組成：第一部分是(49)式第一項括號，其來自於消費的貢獻；第二部分是(49)式第二項中括號，其來自於污染所產生的負效用；第三部分是(49)式最後一項，其來自於休閒的貢獻。假如我們將第一部分和第二部分之中，有關消費和污染存量的平衡成長所產生的福利水準提出，重新整理可得

$$W(\phi) = \frac{\ln C_0 - \theta \ln D_0 + \eta \ln \ell^*}{\rho} + \frac{[1 - \theta(\beta - \alpha)] \gamma^*}{\rho^2} \quad (50)$$

(50)式表示社會福利水準和期初的消費、污染存量、均衡休閒時間與均衡成長率有關。假如擴大環保規模支出會影響這四個要素，就會對福利水準產生衝擊。將(45)式、(48)式代入(50)式後，對 ϕ 偏微分可得：

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial W}{\partial \phi} &= - \left\{ \frac{(\rho + \gamma^*)}{\rho[\rho - \phi(\gamma^* + \rho)]} + \frac{\phi}{\rho[\rho - \phi(\gamma^* + \rho)]} \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} \right\} \\
 &\quad + \left\{ \frac{\theta \alpha}{\rho \phi} + \frac{\theta[\rho + (\alpha + 1)\gamma^*]}{\rho \gamma^* (\gamma^* + \rho)} \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} \right\} - \left[\frac{\eta^2 A (1 - \ell^*)^\varepsilon}{\ell^* \Omega \Delta} \right] \\
 &\quad + \left[\frac{1 - \theta(\beta - \alpha)}{\rho^2} \frac{\partial \gamma^*}{\partial \phi} \right] \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \end{matrix} \quad (51)
 \end{aligned}$$

由(51)式所顯示的結果獲得：環保支出規模擴大對福利有不確定的效果，故得證。

(51)式表示政府當局擴大環保規模支出的行為，會伴隨著四種管道影響家計部門的福利效果；等號右邊第一項大括弧是政策改變期初消費所產生效果，它是由政策改變所產生資源重新配置而來，因此稱為資源變動效果；此大括弧中由兩項加總組成，可以看出有兩項效果：第一，環保支出增加會使民眾減少持有實質貨幣，透過交易付現限制式，使私人消費減少，所以福利會降低。第二，政府擴張環保支出規模的行為降低期初消費，造成之後成長路徑上的消費減少而使瞬時效用減少，為社會福利帶來不利的效果。(51)式等號右邊的第二項大括弧是政策改變期初污染存量所產生效果；此項效果來自於環保政策降低期初的污染存量，改善環境，因此稱為環保舒適價值效果 (environmental amenity value effect)；此大括弧中由兩項加總組成，可以看出兩項效果：第一項，政府當局擴大環保規模支出的行為將有效抑制污染的形成，改善了環境品質，因此民眾可以擁有更舒適的生活環境，增加瞬時效用，也連帶提升社會福利水準。第二項，政府擴張環保支出規模行為降低期初的污染，造成之後成長路徑上的污染減少而使瞬時效用增加，為社會福利帶來有利的效果。(51)式等號右邊的第三項中括弧是政策改變均衡休閒時間所產生效果；其來自政府當局擴大環保規模支出的行為減少均衡休閒時間，代表家計部門的工作時間增加，其意謂勞動時間增加帶來勞動的負效用，進而降低社會福利，此效果稱為勞動的負效用效果 (labor disutility effect)。(51)式等號右邊的第四項中括弧是政策改變均衡成長率所產生經濟成長效果 (economic growth effect)，該效果是指政府當局擴大環保規模支出的行為將驅使經濟體系享有更高成長的榮景，而較高的經濟成長率將增加往後成長路徑上有較高的消費而提高瞬時效用，造成整體社會享有更高的福利。

為了更了解政府當局的環保政策所造成的這些效果對社會福利水準的影響，我們將環保舒適價值效果與經濟成長效果的總和稱為

社會福利提升效果，而將資源變動效果與勞動的負效用效果稱作社會福利減損效果。是以，政府當局採取擴張環保支出規模的行為對於社會福利所造成的影響為何，須視社會福利提升效果（即環保舒適價值效果與經濟成長效果）與社會福利減損效果（即資源變動效果與勞動的負效用效果）兩者的相對大小而定。如果社會福利提升效果大於社會福利減損效果，則政府當局採取擴張環保支出規模的行為將有助於社會福利提升效果；反之，則會降低社會福利。

5. 結論

自從 Ligthart and van der Ploeg (1994) 首先提出環保內生成長的理念後，該題材在環保經濟成長領域掀起討論的旋風，至今仍有無可計數的文章在學術期刊出現。

由於地球環境持續惡化，已經引起全球各國的重視，公共部門的環保支出將日趨重要；許多國家的政治行政體制使用租稅工具執行環保政策可能較為困難，也有徵稅效果不彰的疑慮，若政府因應國際環保公約所需，未來是否可能採用貨幣融通的方式執行環保政策是值得關注。本文試圖分析此一情境，建立一個貨幣的內生成長模型，由貨幣面著手，延伸具有污染外部性存在的勞動休閒內生化的 Chen et al. (2003) 環保內生成長理論架構，加入 Lucas (1980) 之現金付現設計的概念，探討環保支出規模擴大對經濟體系的影響。本文分析的結果大致上可以歸納成下面幾點：

- (1) 我們發現環保支出規模擴大，對通貨膨脹率的影響是不確定，這是因為環保支出規模增加會使長期均衡的貨幣成長率和產出成長率增加所致；若貨幣成長率增加幅度大於產出成長率增加的幅度，會造成過多的貨幣追逐較少的商品，而使通貨膨脹率上升；若貨幣成長率增加幅度小於產出成長率增加的幅度，會造成較少的貨幣使用在較多的商品而使通貨膨脹率下跌。
- (2) 政府當局若提高環保支出對共狀態變數與消費乘積比呈正比，

此結果與 Tzeng et al. (2008) 的看法相同，另外政府當局若提高環保支出亦將造成消費—資本比呈反向變動，此結果與 Chen et al. (2003) 的結論相同。

- (3) 政府當局若提高環保支出對經濟成長而言是有正面影響，這樣的效果來自於資源變動效果。由於政府採取貨幣融通方式擴張環保支出規模，導致物價上升，而損耗實質貨幣的購買力，導致貨幣需求和消費減少；也會使資本和勞動供給增加而促進資本累積，使經濟體系享有更高成長的榮景。此結果與一般的文獻相同，例如 Chen et al. (2003) 及 Greiner (2005)。
- (4) 在本文的福利分析中，政府當局採取擴張環保支出規模的行為，對於社會福利水準所造成的衝擊是不確定，必須視社會福利提升效果（即環保舒適價值效果與經濟成長效果）與社會福利減損效果（即資源變動效果與勞動的負效用效果）兩者的相對大小而定，本文與 Chen et al. (2009) 有一致的結果。

附錄

數學附錄的目的是說明如何推導出(19)式、(20)式及(21)式。已知轉換變數的定義為 $x = 1/(\lambda C)$ ， $y = C/K$ ， $z = D^{1/(\beta-\alpha)}/K$ ，將這些變數取自然對數後微分可以獲得

$$\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} - \frac{\dot{C}}{C}, \quad (\text{A1})$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{K}}{K}, \quad (\text{A2})$$

$$\frac{\dot{z}}{z} = \frac{1}{(\beta-\alpha)} \frac{\dot{D}}{D} - \frac{\dot{K}}{K}. \quad (\text{A3})$$

整理(10d)式可以獲得

$$-\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = A(1-\ell)^\varepsilon - \rho, \quad (\text{A4})$$

將(14)式等號兩邊同除以 K 可獲得

$$\frac{\dot{K}}{K} = (1-\phi)A(1-\ell)^\varepsilon - y, \quad (\text{A5})$$

將(16)式及(17)式代入(12)式可得

$$\frac{\dot{m}}{m} = \left[1 + \left(\frac{\phi}{y} \right) \right] A(1-\ell)^\varepsilon - x + 1. \quad (\text{A6})$$

由(10e)式可以得到

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{m}}{m}, \quad (\text{A7})$$

其表示 (A6) 式可以改寫成

$$\frac{\dot{C}}{C} = \left[1 + \left(\frac{\phi}{y} \right) \right] A(1-\ell)^\varepsilon - x + 1, \quad (\text{A8})$$

整理 (18) 式可以得到

$$\frac{\dot{D}}{D} = (\phi A)^{-\alpha} (1-\ell)^{-\alpha\varepsilon} z^{\alpha-\beta}. \quad (\text{A9})$$

將 (A4) 式及 (A8) 式代入 (A1) 式；(A8) 式及 (A5) 式代入 (A2) 式；(A9) 式及 (A5) 式代入 (A3) 式可得

$$\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} - \frac{\dot{C}}{C} = x - \frac{\phi A(1-\ell)^\varepsilon}{y} - (1+\rho), \quad (\text{A10})$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{K}}{K} = y + \phi A(1-\ell)^\varepsilon + \frac{\phi A(1-\ell)^\varepsilon}{y} + 1 - x, \quad (\text{A11})$$

$$\begin{aligned} \frac{\dot{z}}{z} &= \frac{1}{(\beta-\alpha)} \frac{\dot{D}}{D} - \frac{\dot{K}}{K} \\ &= \frac{1}{\beta-\alpha} \left[(\phi A)^{-\alpha} (1-\ell)^{-\alpha\varepsilon} z^{\alpha-\beta} \right] - (1-\phi) A(1-\ell)^\varepsilon + y. \end{aligned} \quad (\text{A12})$$

上面三式即為文中的 (19) 式、(20) 式及 (21) 式。

參考文獻

- 陳智華、蕭文宗、謝智源 Chen, J. H., W. T. Hsiao and J. Y. Shieh (2003), 「內生化勞動休閒決策下污染與經濟成長的關係」 “The Growth Consequences of Environmental Pollution with Elastic Labor Supply”, *經濟研究 Taipei Economic Inquiry*, 39:2, 147-172. (in Chinese with English abstract)
- 陳智華、謝智源 Chen, J. H. and J. Y. Shieh (2008), 「污染管制與經濟成長：一個不完全競爭的總體模型」 “Emission Standards Policy and Economic Growth: An Imperfectly Competitive Macro Model”, *經濟論文叢刊 Taiwan Economic Review*, 36:3, 357-392. (in Chinese with English abstract)
- Barker, T., A. Dagoumas and J. Rubin (2009), “The Macroeconomic Rebound Effect and the World Economy,” *Energy Efficiency*, 2:4, 411-427.
- Barker, T., P. Ekins and T. Foxon (2007), “Macroeconomic Effects of Efficiency Policies for Energy-Intensive Industries: The Case of the UK Climate Change Agreements 2000-2010,” *Energy Economics*, 29:4, 760-778.
- Bosquet, B. (2000), “Environmental Tax Reform: Does It Work? A Survey of the Empirical Evidence,” *Ecological Economics*, 34:1, 19-32.
- Bovenberg, A. L. and R. A. de Mooij (1994), “Environmental Levies and Distortionary Taxation,” *The American Economic Review*, 84:4, 1085-1089.
- Bovenberg, A. L. and R. A. de Mooij (1997), “Environmental Tax Reform and Endogenous Growth,” *Journal of Public Economics*, 63:2, 207-237.
- 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*, 57:3,

369-391.

- Buiter, W. H. (1984), "Saddlepoint Problems in Continuous Time Rational Expectations Models: A General Method and Some Macroeconomic Examples," *Econometrica*, 52:3, 665-680.
- Burmeister, E. (1980), "On Some Conceptual Issues in Rational Expectations Modeling," *Journal of Money, Credit and Banking*, 12:4, 800-816.
- Byrne, M. M. (1997), "Is Growth a Dirty Word? Pollution, Abatement and Endogenous Growth," *Journal of Development Economics*, 54:2, 261-284.
- Chang, W. Y., Y. N. Hsieh and C. C. Lai (2000), "Social Status, Inflation, and Endogenous Growth in a Cash-in-Advance Economy," *European Journal of Political Economy*, 16:3, 535-545.
- Chang, W. Y. and C. C. Lai (2000), "Anticipated Inflation in a Monetary Economy with Endogenous Growth," *Economica*, 67:267, 399-417.
- Chen, J. H., C. C. Lai and J. Y. Shieh (2003), "Anticipated Environmental Policy and Transitional Dynamics in an Endogenous Growth Model," *Environmental and Resource Economics*, 25:2, 233-254.
- Chen, J. H., J. Y. Shieh, J. J. Chang and C. C. Lai (2009), "Growth, Welfare and Transitional Dynamics in an Endogenously Growing Economy with Abatement Labor," *Journal of Macroeconomics*, 31:3, 423-437.
- Faig, M. (1995), "A Simple Economy with Human Capital: Transitional Dynamics, Technology Shocks, and Fiscal Policies," *Journal of Macroeconomics*, 17:3, 421-446.
- Faria, J. R. (1998), "Environment, Growth and Fiscal and Monetary Policies," *Economic Modelling*, 15:1, 113-123.
- Fullerton, D. and S. R. Kim (2008), "Environmental Investment and Policy with Distortionary Taxes, and Endogenous Growth," *Journal of Environmental Economics and Management*, 56:2, 141-154.

- Futagami, K., Y. Morita and A. Shibata (1993), "Dynamic Analysis of an Endogenous Growth Model with Public Capital," *The Scandinavian Journal of Economics*, 95:4, 607-625.
- Glueck, H. and S. P. Schleicher (1995), "Endogenous Technical Progress Induced by CO₂ Reduction Policies: Simulation Results for Austria," *Environmental and Resource Economics*, 5:2, 151-163.
- 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*, 58:1, 25-51.
- Greiner, A. (2005), "Fiscal Policy in an Endogenous Growth Model with Public Capital and Pollution," *Japanese Economic Review*, 56:1, 67-84.
- Greiner, M. and H. Hanusch (1998), "Growth and Welfare Effects of Fiscal Policy in an Endogenous Growth Model with Public Investment," *International Tax and Public Finance*, 5:3, 249-261.
- Grimaud, A. (1999), "Pollution Permits and Sustainable Growth in a Schumpeterian Model," *Journal of Environmental Economics and Management*, 38:3, 249-266.
- Huang, C. H. and D. Cai (1994), "Constant>Returns Endogenous Growth with Pollution Control," *Environmental and Resource Economics*, 4:4, 383-400.
- Jha, S. K., P. Wang and C. K. Yip (2002), "Dynamics in a Transactions-Based Monetary Growth Model," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26:4, 611-635.
- Koeppl A., K. Kratena, C. Pichl, F. Schebeck, S. Schleicker and M. Wueger (1996), "Macroeconomic and Sectoral Effects of Energy Taxation in Austria," *Environmental and Resource Economics*, 8:4, 417-430.
- Ligthart, J. E. and F. van der Ploeg (1994), "Pollution, the Cost of Public Funds and Endogenous Growth," *Economic Letters*, 46:4, 339-349.

- Lucas, R. E. Jr. (1980), "Equilibrium in a Pure Currency Economy," *Economic Inquiry*, 18:2, 203-220.
- Lucas, R. E. Jr. (1988), "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22:1, 3-42.
- Mohtadi, H. (1996), "Environment, Growth, and Optimal Policy Design," *Journal of Public Economics*, 63:1, 119-140.
- Romer, P. M. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy*, 94:5, 1102-1037.
- Smulders, S. and R. Gradus (1996), "Pollution Abatement and Long-Term Growth," *European Journal of Political Economy*, 12:3, 505-532.
- Turnovsky, S. J. (2000), "Fiscal Policy, Elastic Labor Supply, and Endogenous Growth," *Journal of Monetary Economics*, 45:1, 185-210.
- Tzeng, S. J., C. C. Lai and C. C. Huang (2008), "Does Military Expenditure Matter for Inflation and Economic Growth?" *Defence and Peace Economics*, 19:6, 471-478.

The Relationship between Public Abatement Expenditure, Inflation and Economic Growth

Juan, Chun-Ying and Yu-Fong Sun

Abstract

This paper constructs a monetary growth model with elastic labor supply to investigate the policy effect of public abatement expenditures on the inflation rate and on economic growth. One main result is that an extension of public abatement expenditure is conducive to economic growth, but it tends to decrease the consumption-physical capital ratio. Second, the relationship between abatement expenditures and the inflation rate is ambiguous, and most importantly this result could fit in with the empirical data. We also find that the impact of abatement expenditures on social welfare is doubtful, depending on two forces. One force is the social welfare improving effect, including the environmental amenity value effect and the economic growth effect, while the other force is the social welfare deteriorating effect, including the resource mobilization effect and the labor disutility effect.

Keywords: Economics Growth, Elastic Labor Supply, Public Abatement Expenditures, Inflation

JEL Classification: O42, O44, Q20

Sun, Yu-Fong, Department of Public Finance, Ling Tung University, No. 1, Ling Tung Rd., Taichung City 40852, Taiwan, R.O.C., Tel: 886-4-23892088 ext. 3642, E-mail: yufong@mail.ltu.edu.tw. Chun-Ying Juan, Department of International Business and Management, Hsiuping University of Science and Technology, No. 11, Gongye Rd., Dali Dist., Taichung City 41280, Taiwan, R.O.C., Tel: 886-4-24961100 ext. 2104, E-mail: chunying@mail.hust.edu.tw.

Received 6 September 2011; revised 7 November 2011; accepted 22 June 2012.