《人文及社會科學集刊》
第二十一卷第二期（98/6), pp. 325-351

獨占廠商的耐久財研發投資與生產行爲

王光正　　周冰瑤*
長庚大學　　中央大學
通識中心社會科副教授　　經濟學系博士生

本文建立一個兩期獨占耐久財模型，討論廠商生產的邊際成本對其研發投資與生產行爲的影響。主要的研究結果爲：第一、在相同的條件下，邊際生產成本較高之廠商其研發強度較低。第二、在考慮研發下，若跨期折現因子較大時，生產邊際成本上升會使獨占廠商第 1 期產量上升。這是因爲耐久財獨占廠商雖面對時間不一致的問題，但邊際生產成本較高的廠商，其所面對時間不一致的問題較小所致。第三、當獨占廠商具有承諾能力時，他將不進行研發，同時只在第 1 期銷售耐久財，以迴避寇斯猜測（Coase's conjecture）的問題。

關鍵字：耐久財、研發、獨占、寇斯猜測

壹、簡介

自 Coase (1972:143-149) 發表了著名的寇斯猜測 (Coase's conjecture) 以來，生產耐久財獨占廠商的研究就成爲產業經濟學文獻中的重要議題。[1] 在這些大量研究生產耐久財獨占廠商的文獻中，有一支文獻討論耐久財的品質

---

* 作者感謝兩位匿名評審的修正意見，這些寶貴意見增加了本文的完整性，令我們獲益良多。
1 部分相關文獻可見 Tirole (1988:71-74, 81-86) 的介紹。
收稿日期：97 年 2 月 20 日；接受刊登日期：97 年 12 月 4 日

問題。這支文獻關切的問題大致分類起來有二：第一爲獨占耐久財廠商計畫性廢棄（planned obsolescence）問題；第二爲獨占耐久財廠商的品質決策、定價與技術採用等相關問題。

所謂計畫性廢棄議題是指廠商可透過降低產品耐久性或推出新一代較高品質的產品，計畫性的廢棄前一代低品質商品。Bulow（1986:729-750）將產品耐久性內生化，得出獨占廠商可藉由降低產品耐久性達到計畫性廢棄的效果，進而減緩時間不一致性的問題。然而，Waldman（1996:583-595）指出，在兩期耐久財模型中，若獨占廠商無法允諾（commit）品質提升的 R&D 投資量，獨占廠商的 R&D 會面對時間不一致問題（time-inconsistency problem），同時會進行計畫性廢棄。Lee and Lee（1998:383-401）則指出，在給定兩群對品質評價不同的消費者時，獨占廠商計畫性廢棄的 R&D 仍可能發生投資不足的情況。Fudenberg and Tirole（1998:235-258）則將研究焦點放在第 2 期市場中是否有二手市場。在獨占廠商無法允諾品質與產量下，若第 2 期有二手市場，第 2 期同時販售高品質與低品質商品，或販售高品質商品買回低品質商品爲獨占廠商的最適策略；若第 2 期沒有二手市場，而且品質提升的程度不大，獨占廠商會提供購買低品質商品消費者升級機會，但若商品品質提升很大，獨占廠商則會放棄讓原先購買低品質商品的消費者升級（或購買）的機會。Fishman and Rob（2000:237-252）將商品計畫性廢棄分成兩種，一種爲物理性廢棄（physical obsolescence），一種爲技術性廢棄（technological obsolescence），物理性廢棄是指該商品已不堪使用；技術性廢棄則是指該商品還可使用但已有功能更好的新一代商品出現。Fishman and Rob 的研究指出若獨占廠商無法控制商品的耐用度（物理性廢棄）時，其研發新一代商品的 R&D 量低於社會規劃者（social planner）的研發水準；但若獨占廠商可控制商品耐用度時，其研發新一代商品的 R&D 量會達到社會規劃者的水準。Nahm（2004:303-319）將 Waldman（1996:583-595）的模型一般化，在連續的需求函數下，討論第 2 期時獨占廠商可能的銷售策略（對於第 1 期低品質商品採取不銷售、銷售與買回三種策略）。Nahm 的研究發現，當第 2 期獨占廠商同時銷售低品質與高品質商品時，兩期低品質商品的價格不受高品質商品的研發強度影響；但當獨占廠商在第 2 期採取買回

策略或不賣低品質商品的情況下，則耐久財獨占廠商之研發決策將面對時間不一致的問題。

另一類文獻則是其他關於品質的相關議題。Chi（1999:107-115）指出，若在期初獨占廠商就必須決定產品品質下，爲了緩和寇斯猜測問題，獨占廠商不僅會過度提高品質的投資，同時會降低每單位品質的價格，以刺激高需求之消費者提前購買。Toshimitsu（2005:453-455）則指出 Chi 的結論與品質研發的成本函數有關，當品質研發成本與產量成本無關爲一固定成本時，Chi 的結論就不一定成立。在 Chi 的模型中，並不考慮耐久財的耐久度（雖然 Chi 認爲產品的耐久度應爲品質的一部份）。Goering（2005:59-66）將 Chi 的模型進一步擴張，如果獨占廠商可以分別決定耐久度與品質時，其在品質決策上得到與 Chi 相反的結果，Goering 的研究得到無法向消費者允諾的獨占廠商，其品質的研發量可能比進行租賃時的獨占廠商研發量來的低，同時也可能比社會規劃者的研發量來的低。Kutsoati and Zabojnik（2005:83-108）的研究則發現，在學習效果的技術假設下，獨占廠商爲了避免寇斯問題，會在第 1 期故意減少產量，使其既有的專利備而不用（sleeping patents），以達成對未來產量或產品品質的允諾。國內的相關研究則有林欣吾與施俊吉，林欣吾與施俊吉（2000:116-126）在給定產品品質且存在二手市場的情況下，考慮耐久財獨占廠商可以調整其產品品質策略時，其發現廠商之兩期決策會受到品質效果、外溢效果和跨時取質三種效果的影響，當廠商具有承諾能力時，逐期降低產品功能將是最佳的策略；同時，當廠商無法提供足夠的保證時，逐期降低產品功能是不可行的，因此廠商在追求永續經營的考量下，將有較大的意願不斷推出功能改進的商品。

以上這些文獻除了豐富了寇斯猜測的意涵，也解釋了現實世界中許許多多廠商耐久財推陳出新的現象，例如 Intell 中央處理器的改朝換代，電腦軟體與硬體更新的差別，或是耐久性設備的租賃問題等。[2] 但本文希望討論另一個面向，同類型耐久財商品中，產品的生產成本是否會影響其研發強度。這個

2 分別詳見 Nahm（2004:303-319），Lee and Lee（1998:383-401）與 Fudenberg and Tirole（1998:235-258），及 Fishman and Rob（2000:242）。

問題的意思是，商用型（生產成本較高）與一般型（生產成本較低）的筆記型電腦，其研發強度是否不同？同爲汽車產業，造價與單價較高的歐洲車種，與造價與售價較低的日韓車種，其研發強度的高低是否因爲其具有耐久財的特性而有本質上的不同？這些商品研發投入的大小，很可能與市場競爭程度，其他廠商競爭策略等其他因素有關，但本文的焦點在於其爲耐久財的特性上，因此其他因素的考量並不在本文的考慮之中。

因此本文建立一兩期獨占耐久財模型，由廠商的邊際生產成本切入，以生產成本差異來刻畫以上各類產品的差異。研究發現：第一，即使獨占廠商可進行研發，並藉此在第 2 期銷售高品質商品，但品質提升仍無法使獨占廠商避免寇斯猜測的問題——產品價格逐期下降。第二、在相同的條件下，邊際生產成本較高之廠商其研發強度較低。第三、Waldman（1996:583-595）與 Nahm（2004:303-319）等研究均指出，在考慮獨占廠商可研發並銷售新產品時，會面對時間不一致的問題。所謂時間不一致問題是指獨占廠商於第 1 期銷售低品質商品後進行 R&D 投資，並於第 2 期銷售新的高品質商品，由於消費者對於第 2 期高品質商品銷售的預期，會使得第 1 期低品質商品的價格下降。因此獨占廠商在第 1 期銷售時會說服消費者相信廠商不進行 R&D，並且在第 2 期不銷售高品質商品。然而，在第 1 期商品銷售後，獨占廠商卻有強烈的誘因進行 R&D 研發高品質商品。消費者認知此點，因此不願在第 1 期出高價購買低品質商品。從獨占廠商的觀點來看，如果他能允諾不進行 R&D，其兩期總利潤會較高，這導致了 R&D 的時間不一致問題。我們發現折現因子越大將使得時間不一致的問題加劇，但我們的研究亦進一步指出，當獨占廠商的邊際生產成本較高時，其所面對時間不一致的問題較小。這個現象反映在邊際生產成本上升後，獨占廠商會大幅減少 R&D 的投資，使新產品對舊產品的威脅減少，在考慮研發下的耐久財兩期模型，存在跨期的策略性替代效果，進而使得第 1 期可銷售較多的低品質商品。第四、從模型的設定來看，本文較林欣吾與施俊吉（2000:116-126）來得一般化，但結論仍呼應林欣吾與施俊吉的結論，若獨占廠商具備允諾能力，獨占廠商會逐期降低產品功能；若獨占廠商不具允諾能力，耐久財獨占廠商會追求產品功能的逐期提升。

本文各節安排如下：第貳節在不考慮品質提升的情況下，設立一基本模

型供之後的分析結果比較；第參節討論耐久財獨占廠商之最適研發決策，以及影響最適產量及研發決策之因素，並與具有承諾能力下的耐久財獨占廠商之研發決策行爲相比較；第肆節爲結論與展望。

貳、基本模型

本節先設立一個獨占耐久財廠商無法進行品質提升的基本模型，藉以作爲之後考慮研發水準時之比較基準。

假設消費者只購買一單位商品或是不購買商品，其若購買一單位商品可獲得之效用爲 $U_t=\theta q$，其中 q 爲商品品質；θ 爲消費者對品質之偏好，θ 滿足 $\theta\in[0,1]$ 之均等分配；t 爲期數，$t=1,2$。在折現率爲 δ，$\delta\in[0,1]$ 下，消費者在第 1 期購買耐久財商品可得的效用爲 $U=U_1-p_1+\delta U_2$；消費者若在第 2 期才購買此耐久財，其可得效用爲 $U=\delta(U_2-p_2)$。在此節中我們同時假設生產耐久財之獨占廠商不從事研發工作，兩期皆生產相同品質（爲簡化起見令 $q=1$）之耐久財，生產耐久財獨占廠商需負擔每單位 c 之邊際成本。[3] 第 1 期的產量及價格分別爲 x_1、p_1；第 2 期的產量和價格則分別爲 x_2、p_2，由於第 2 期時，獨占廠商爲了吸引在第 1 期未購買耐久財之潛在消費者進入市場購買，將以降價吸引消費者，我們可知 $p_2\leq p_1$。因此在第 2 期時，尚未購買耐久財商品之消費者爲 $\theta\in[0,1-x_1]$ 之消費者，藉此，我們可得第 2 期時此耐久財的反需求函數可表示爲 $p_2=1-x_1-x_2$。因此，給定 x_1 的銷售量下，獨占廠商第 2 期利潤極大化之目標函數如下：

$$\underset{x_2}{Max}\ \pi_2=(1-x_1-x_2-c)x_2 \tag{1}$$

在第二階段中，獨占廠商選擇第 2 期的產量以極大化利潤之一階條件爲：

3 消費者偏好的設定是依循 Chi（1999:107-115）、Nahm（2004:303-319）、Kutsoati and Zabojnik（2005:83-108）、Toshimitsu（2005:453-455）、林欣吾與施俊吉（2000:116-126）等文。本節的基本模型，若令 $c=0$，將與 Tirole（1988）之結果相同，見 Tirole（1988:82）。

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial x_2}=1-x_1-2x_2-c=0 \tag{2}$$

由上式可求得廠商第 2 期的最適產量爲 $x_2^*=(1-x_1-c)/2$，此時均衡價格爲 $p_2^*=(1-x_1+c)/2$。將此一最適產量及價格代回目標函數，獨占廠商第 2 期之利潤函數可改寫爲 $\pi_2^*=(1-x_1-c)^2/4$。

在第 1 期時，因爲廠商銷售的產品爲可使用兩期之耐久財，故消費者之願付價格包含兩部分：其一爲該產品之當期保留價格 $(1-x_1)$；另一部分爲該產品至第 2 期的預期市場價格 $E(p_2)$，因此獨占廠商於第 1 期所面對的反需求函數爲 $p_1=1-x_1+\delta E(p_2)$，假定資訊完整（complete information），均衡時理性的消費者可以完全正確的預期價格，故 $E(p_2)=p_2$，並將第 2 期求出之均衡價格代入，則第 1 期之反需求函數可改寫爲 $p_1=1-x_1+\delta(1-x_1+c)/2$。耐久財獨占廠商第 1 期總利潤函數爲本期利潤和第 2 期利潤折現值之和：

$$\pi=\pi_1+\delta\pi_2^*=\left[1-x_1+\frac{\delta}{2}(1-x_1+c)\right]x_1-cx_1+\frac{\delta}{4}(1-x_1-c)^2 \tag{3}$$

獨占廠商選擇第 1 期的產量以極大化總利潤之一階條件爲：

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_1}=-2x_1-\frac{\delta}{2}x_1+\delta c+1-c=0 \tag{4}$$

根據(4)式之一階條件可解得獨占廠商第 1 期的最適產量：

$$x_1^*=\frac{1+\delta c-c}{2+\frac{\delta}{2}} \tag{5}$$

將上式代回第二階段，則第 2 期的最適產量可以改寫爲：

$$x_2^*=\frac{(1-c)+\frac{\delta}{2}(1-3c)}{(4+\delta)} \tag{6}$$

將(5)與(6)式對 c 微分，可得：

$$\frac{\partial x_1^*}{\partial c}=\frac{2(\delta-1)}{4+\delta}\leq 0 \tag{7}$$

$$\frac{\partial x_2^*}{\partial c}=-\frac{(1+\frac{3}{2}\delta)}{4+\delta}<0 \tag{8}$$

輔理 1：當生產耐久財之獨占廠商兩期生產相同品質之耐久財時，x_1^* 和 x_2^* 皆爲邊際成本 c 的非遞增函數。

輔理 1 相當符合經濟直覺，輔理 1 顯示，即使獨占廠商兩期生產與銷售耐久財，當生產成本增加時，其行爲並不違反經濟學基本原理，兩期均衡產量必不增加。

參、耐久財獨占廠商之研發(品質)決策

一、不具承諾能力下之研發決策

考慮一耐久財市場的兩期模型。第一階段獨占廠商提供品質爲 q_1 之耐久財在市場上銷售，並於第 1 期期末從事研發，以決定下一期的產品品質 q_2，且 $q_2 \geq q_1$。爲簡化分析，在此不考慮研發是否會成功的機率問題，我們假設只要廠商投入研發，均會使其產品品質提升。[4] 但廠商在第 1 期期末從事研發時必須支付一個研發成本 $(q_1-q_2)^2/2$，當廠商藉由研發讓第 2 期品質提升越多，兩期品質差距越大，則廠商所需投入的研發成本越高。給定 q_1 下，q_2 越高表示廠商研發強度越強；第二階段，廠商在第 2 期生產品質爲 q_2 的耐久財，並在市場上銷售此高品質之產品。此外，假設廠商生產的邊際成本在兩期皆爲 c。[5]

4 在我們的模型中廠商從事研發一定會成功，因此，廠商於第 1 期期末所投入之研發水準與第 2 期品質的高低存在一對一的關係。故廠商在第 1 期期末投入研發 q_2，至第 2 期時，我們可以直接將 q_2 視爲品質提升水準。

5 本文品質提升成本爲品質差異的 2 次式，這樣的設定是依循 Motta (1993:113-131)、Aoki and Prusa (1996:103-121)、Economides (1999:903-914)、Aoki (2003:653-672)、Toshimitsu (2003:1159-1178) 等文的設定。

假設耐久財本身沒有物理性折舊，在兩期模型下，二手市場會在第 2 期的期初出現。本文假定二手市場爲可競爭市場（contestable market），無交易成本，所有在第 1 期持有耐久財之消費者皆可在第 2 期期初自由出售其擁有之耐久財或繼續持有，二手耐久財的供給者與需求者皆爲價格接受者。這表示生產耐久財之獨占廠商於第 2 期銷售高品質之耐久財時，必須與自己前期已銷售之低品質產品 (q_1) 在市場上競爭。換言之，在第 2 期時，市場中同時存在高品質及低品質的產品，爲一垂直差異化之市場結構。

和第 2 節時求解的邏輯相同，我們由第 2 期開始求解起。若消費者在第 2 期購買一單位耐久財的單期淨效用可表示爲：

$$V_2=\begin{cases}\theta q_2-p_2^H & \text{若消費一單位高品質耐久財}\\ \theta q_1-p_2^L & \text{若消費一單位二手的耐久財}\\ 0 & \text{不消費任何耐久財}\end{cases} \tag{9}$$

其中，p_2^H 和 p_2^L 分別代表消費者在第 2 期消費一單位高品質和低品質耐久財所需支付的價格。θ 代表消費者在第 i 期對產品品質的偏好。$\theta\in[0,1]$ 的均等分配。本文假設每位消費者每期至多消費一單位耐久財，同時消費者與廠商面對相同的折現因子 $\delta\in[0,1]$。爲求得此賽局的子賽局完美均衡（subgame perfect equilibrium），以下利用逆推（backward induction）求解。

在以上假設下，第 2 期時市場上將同時存在了兩種品質之耐久財，設其分別爲低品質的二手耐久財 q_1，其產量爲 x_1；以及高品質的新產品 q_2，其產量爲 x_2。高、低品質的耐久財其價格分別爲 p_2^H 和 p_2^L。當 $\theta q_2-p_2^H>\theta q_1-p_2^L$ 時，代表在第 2 期購買高品質耐久財的淨效用大於購買二手耐久財的淨效用，此時消費者會選擇購買高品質的耐久財；反之，當 $\theta q_2-p_2^H<\theta q_1-p_2^L$ 且 $\theta q_1-p_2^L\geq 0$ 時，消費者會購買二手耐久財。故可得在第 2 期購買高、低品質耐久財無差異之邊際消費者應符合 $\theta q_2-p_2^H=\theta q_1-p_2^L$ 的條件，換言之，此邊際消費者 $\theta_{21}=(p_2^H-p_2^L)/(q_2-q_1)$。當消費者在第 2 期購買低品質耐久財與不買任何耐久財無差異時，隱含 $\theta q_1-p_2^L=0$ 的條件應成立，亦即此邊際消費者 $\theta_{20}=p_2^L/q_1$。當 $\theta<\theta_{20}$ 時，消費者在第 2 期不會購買任何耐久財，因此邊際消費者 θ_{20} 亦可表示爲 $1-x_2-x_1=\theta_{20}$。

在兩期的消費決策上，消費者先驗上有五種可能型態（如圖 1 所示，在給定的外生條件下，只存在圖 1-1 或圖 1-2）：(1)在第 1 期購買一單位低品質耐久財並持有它兩期；(2)在第 1 期購買一單位低品質耐久財，到第 2 期賣到二手市場並購買高品質耐久財；(3)第 1 期不買，等到第 2 期買高品質的產品；(4)第 1 期不買，等到第 2 期買低品質的產品；(5)不購買任何產品。由圖 1-1 可知，當 $\theta_{21}>\theta_{10}$ 時，代表二手市場由兩部份組成，其一爲第 1 期即購買低品質耐久財但至第 2 期將其販售之消費者（圖 1-1 中 $1-\theta_{21}$ 之消費者）；另一部份則爲第 2 期才在二手市場購買低品質商品之消費者（圖 1-1 中 $\theta_{10}-\theta_{20}$ 之消費者，$\theta_{10}=1-x_1$，$\theta_{10}-\theta_{20}=x_2$）。當第 2 期購買高品質耐久財的消費者越多，將壓縮在第 1 期即購買耐久財並持有此耐久財兩期之消費者（圖 1-1 中 $\theta_{21}-\theta_{10}$ 之消費者）。若 p_2^H 夠低，會造成 $\theta_{21}<\theta_{10}$。這代表第 2 期購買高品質之耐久財的消費者包含兩部份（如圖 1-2 所示），其一爲第 1 期購買低品質耐久財的消費者（圖 1-2 中 $1-\theta_{10}$ 之消費者），這些消費者至第 2 期時，將低品質之耐久財賣到二手市場，並轉而購買高品質之耐久財；另一部份爲第 1 期未購買耐久財，直到第 2 期才進入市場購買高品質之耐久財之消費者（圖 1-2 中 $\theta_{10}-\theta_{21}$ 之消費者）。根據以上說明，無論是圖 1-1 的情況 1 或圖 1-2 的情況 2，獨占廠商在第 2 期所面對的需求函數可表示爲：

$$x_2=1-\theta_{21}=1-\frac{p_2^H-p_2^L}{q_2-q_1} \tag{10}$$

在二手市場均衡下，第 2 期二手耐久財（低品質產品）的價格爲：

$$p_2^L=\theta_{20}q_1=(1-x_2-x_1)q_1 \tag{11}$$

假設獨占廠商是在訂定高品質商品價格時，瞭解其定價對二手市場之衝擊。因此在求解時我們將(11)式之 p_2^L 代入(10)式，也因此獨占廠商第 2 期利潤極大化之問題可表示爲：

$$\underset{x_2}{Max}\ \pi=[(1-x_2)(q_2-q_1)+(1-x_2-x_1)q_1]x_2-cx_2 \tag{12}$$

由(12)式一階條件可得獨占廠商第 2 期的最適產量爲：

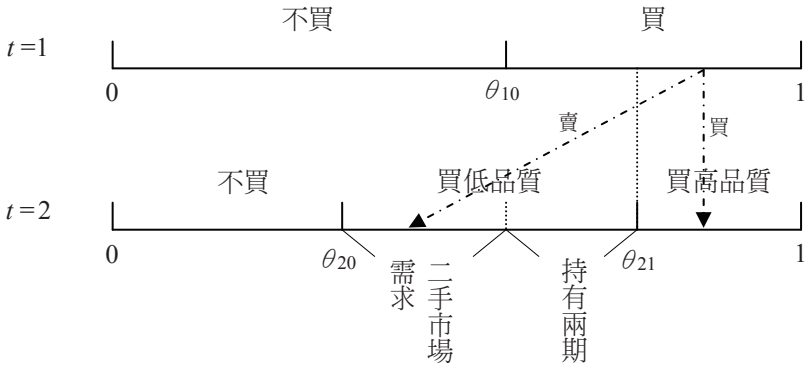


圖 1-1：消費者之決策時點（情況 1）

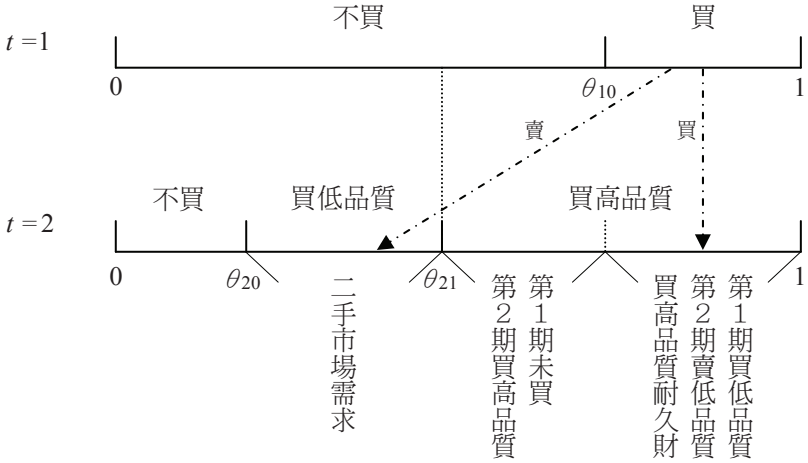


圖 1-2：消費者之決策時點（情況 2）

$$x_2(x_1,q_2)=\frac{q_2-x_1q_1-c}{2q_2} \tag{13}$$

將此一產量代回利潤函數，則獨占廠商第 2 期的利潤函數可改寫爲：

$$\pi_2=\frac{1}{q_2}\left[\frac{q_2-x_1q_1-c}{2}\right]^2 \tag{14}$$

接著我們進行第一階段的求解。對於低品質耐久財，消費者在第 1 期時只能決定第 1 期購買或延期購買。因此，無論是圖 1-1 或圖 1-2 的情況，消費者在第 1 期的決策是，比較第 1 期就購買此低品質的耐久財（可使用兩

期)，與第 1 期不買耐久財，等到第 2 期才購買此低品質的二手耐久財兩者之間在第 1 期的淨效用。當 $\theta q_1(1+\delta)-p_1 \geq \delta(\theta q_1 - E(p_2^L))$ 時，代表這類的消費者在第 1 期就購買耐久財並持有兩期的效用大於消費者等待到第 2 期才購買耐久財的效用折現值，其中 $E(p_2^L)$ 代表消費者預期第 1 期的產品到第 2 期在二手市場的價格。上述之條件可化簡爲，$\theta q_1 - p_1 + \delta E(p_2^L) \geq 0$，其經濟意義爲當第 1 期購買耐久財的保留價格 θq_1 加上未來價值的折現值 $\delta E(p_2^L)$ 減去購買價格 p_1 大於等於零，消費者會在第 1 期就購買耐久財。因此，在第 1 期買或不買耐久財之無差異消費者 θ_{10} 應符合 $\theta q_1 - p_1 + \delta E(p_2^L) = 0$ 的條件，即邊際消費者 $\theta_{10} = [p_1 - \delta E(p_2^L)]/q_1$。故無論是圖 1-1 或圖 1-2 哪種情況，在第 1 期時，獨占廠商所面對的反需求函數爲 $p_1 = q_1(1-x_1) + \delta E(p_2^L)$。在資訊完整下，理性消費者可以完全正確的預期 p_2^L，因此預期價格等於實際價格，亦即 $E(p_2^L) = p_2^L$。由(11)與(13)式，第 1 期獨占廠商所面對的反需求函數可改寫爲：

$$p_1 = q_1\left[(1+\delta)(1-x_1) - \delta\left(\frac{q_2 - x_1 q_1 - c}{2q_2}\right)\right] \tag{15}$$

獨占廠商在第一階段決策時，會將第 2 期的利潤納入考慮，追求跨期總利潤極大，故將(14)式第 2 期獨占廠商之利潤代入，可得第 1 期的利潤極大化問題爲：

$$\begin{aligned}\underset{x_1, q_2}{Max}\ \pi &= \pi_1 + \delta\pi_2 - \frac{(q_2-q_1)^2}{2} \\ &= x_1 q_1\left[(1+\delta)(1-x_1) - \delta\left(\frac{q_2 - x_1 q_1 - c}{2q_2}\right) - \frac{c}{q_1}\right] + \frac{\delta}{q_2}\left(\frac{q_2 - x_1 q_1 - c}{2}\right)^2 \\ &\quad - \frac{(q_2-q_1)^2}{2}\end{aligned} \tag{16}$$

獨占廠商選擇第 1 期的最適產量 (x_1) 與研發水準 (q_2) 以極大化總利潤的一階條件分別爲(17)式以及(18)式：

$$\pi_{x_1} = \left[q_1\left(1 + \frac{\delta}{2} + \frac{\delta c}{2q_2}\right) - c - 2x_1 q_1(1+\delta) + \frac{\delta x_1 q_1^2}{q_2}\right] - \frac{\delta q_1}{q_2}\left(\frac{q_2 - x_1 q_1 - c}{2}\right) = 0 \tag{17}$$

$$\pi_{q_2}=-x_1q_1\delta\left(\frac{x_1q_1+c}{2q_2^2}\right)+\left[\frac{\delta}{q_2}\cdot\frac{(q_2-x_1q_1-c)}{2}-\frac{\delta}{q_2^2}\cdot\frac{(q_2-x_1q_1-c)^2}{4}\right]$$
$$-(q_2-q_1)=0 \tag{18}$$

由於(17)、(18)無法直接求得解析解，因此我們將 q_1 標準化爲 1，算出所有定義域下之數值解，按求解順序，我們將第 1 期均衡產量、均衡研發投入與各類價格分別整理於表 1、表 2 與表 3，[6] 同時也檢驗了此定義域下之數值解皆滿足二階條件。[7] 另外，當 q_1 標準化爲 1 時，若此獨佔廠商在第 1 期末無法進行 R&D 研發，則此模型會退化成第 2 節的基本模型，也因此本節的結果可以與之比較。由表 3 之結果可發現，即使在我們的模型中存在產品品質提升，但生產耐久財的獨占廠商仍無法避免寇斯猜測的問題，無論外生變數爲何值，第 2 期高品質耐久財價格 p_2^{H*} 仍低於第 1 期低品質耐久財價格 p_1^*。

命題 1：在考慮研發下的耐久財兩期模型中，$q_2^*>q_1$，但 $p_2^{H*}<p_1^*$，耐久財獨占廠商仍將面臨寇斯猜測的問題。

在我們的兩期模型中，雖然獨占廠商進行研發使得第 2 期商品的品質較高，但其價格仍較第 1 期低品質商品價格爲低，這是因爲第 1 期低品質商品可多用一期，且高品質產品出現時仍有低品質產品可作爲替代之故。[8] 雖然在

6 品質內生之文獻有許多是以模擬解處理，如 Motta (1993:113-131)、Ries (1993:688-706)、Herguera et al. (2000:1259-1277, 2002:467-492)、Aoki and Prusa (1996:103-121) 以及 Moraga-Gonzalez and Viaene (2005:359-385) 等文皆直接以數值模擬方式求導品質內生解，但本文是以外生變數定義域下進行數值分析。在本文中 δ 之定義域爲 $\delta\in[0,1]$，給定 δ 之定義域下，在 x_1^*，$x_2^*>0$ 下，可找出 c 之定義域，令 c 之定義域爲 $c\in[0,\bar{c}(\delta)]$，在 $\delta\in[0,1]$ 下最小的 $\bar{c}(\delta)=0.275^+$。因此本文取 $c\in[0,0.275]$ 及 $\delta\in[0,1]$ 爲外生變數的定義域。本文數值模擬的精確度爲此定義域下 10^{-3} 數量級，在本文內生變數皆爲外生變數的連續函數下，10^{-3} 數量級已具相當的精確性，但本文部分以模擬結果推論出的結論，仍具侷限性。

7 給定 $q_1=1$，$0\leq\delta\leq1$ 及 $q_2\geq1$ 下，$\pi_{x_1x_1}=-2q_1(1+\delta)+(3\delta q_1^2/2q_2)<0$ 和 $\pi_{q_2q_2}=(3\delta x_1^2q_1^2+\delta c^2)/2q_2^3+(2\delta cq_1x_1/q_2^3)-1<0$，二階條件矩陣爲負定矩陣。

8 由於關注的主題不同，文獻上與我們相近的 Nahm (2004:303-319) 及林欣吾與施俊吉 (2000:116-126) 並沒有指出兩種耐久財價格何者較高。由於引進研發的不確定性，Nahm 的高低品質商品價格差與研發成功機率有關；林欣吾與施俊吉一文中的價格差則與外生的品質差異有關。和本文模型設定較遠的 Waldman (1996:583-595) 與 Lee and Lee (1998:383-401) 等的價格差，則與品質高敏感度與低敏感度的消費者分佈有關。

表 1：第 1 期最適產量 x_1^* 之數值解

δ	x_1^*						
	c=0	**c=0.1**	**c=0.2**	**c=0.209**	**c=0.2091**	**c=0.25**	**c=0.275**
1	0.367	0.368	0.375	0.376	0.376	0.386	0.398
0.959	0.372	0.372	0.377	0.379	0.379	0.386	0.396
0.8	0.395	0.388	0.386	0.386	0.386	0.388	0.390
0.741	0.403	0.394	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388
0.4	0.449	0.423	0.397	0.395	0.395	0.384	0.378
0	0.500	0.450	0.400	0.396	0.395	0.375	0.363

註：定義，$\bar{\delta}=0.959$，$\underline{\delta}=0.741$。當 $\delta\in(\underline{\delta},\bar{\delta})$，$c$ 上升 x_1 可能下降（c 小時）也可能上升（c 大時），其性質與 $\delta=0.8$ 相同。當 $\delta\in(\bar{\delta},1]$，其性質與 $\delta=1$ 相同，x_1^* 隨 c 增加而遞增。當 $\delta\in[0,\underline{\delta})$，其性質與 $\delta=0$ 及 $\delta=0.4$ 相同，x_1^* 隨 c 增加而遞減。

表 2：第 1 期最適研發水準 q_2^* 之數值解

δ	q_2^*				
	c=0	**c=0.1**	**c=0.2**	**c=0.25**	**c=0.275**
1	1.177	1.142	1.090	1.046	1.005
0.9	1.151	1.119	1.072	1.037	1.010
0.8	1.126	1.098	1.058	1.030	1.012
0.7	1.103	1.078	1.046	1.025	1.013
0.6	1.081	1.061	1.036	1.021	1.012
0.5	1.062	1.046	1.027	1.017	1.011
0.4	1.044	1.033	1.020	1.013	1.010
0.3	1.030	1.022	1.014	1.010	1.008
0.2	1.017	1.013	1.009	1.007	1.006
0.1	1.007	1.006	1.004	1.003	1.003
0	1	1	1	1	1

我們模型的設定下，先天上對高品質商品市場價格不利（因爲高品質商品只可使用一期），但我們也指出，高品質商品價格較低還受兩個因素影響，一個是前期所生產的低品質商品與之競爭，另一個是延期購買。這兩個效果可爲 3C 產品長期價格趨勢向下的現象提出一個可能的解釋。舉例而言，消費型數

表 3：p_1^*、p_2^{H*} 及 p_2^{L*} 之數值解

δ	p_1^*				
	c=0	**c=0.1**	**c=0.2**	**c=0.25**	**c=0.275**
1	0.922	0.969	1.014	1.032	1.039
0.8	0.829	0.879	0.927	0.949	0.961
0.6	0.742	0.792	0.843	0.868	0.881
0.4	0.657	0.709	0.761	0.789	0.800
0.2	0.577	0.629	0.681	0.707	0.719
0	0.500	0.55	0.6	0.625	0.637
δ	p_2^{H*}				
	c=0	**c=0.1**	**c=0.2**	**c=0.25**	**c=0.275**
1	0.405	0.437	0.458	0.455	0.441
0.8	0.366	0.405	0.436	0.446	0.449
0.6	0.330	0.377	0.422	0.442	0.452
0.4	0.298	0.355	0.412	0.440	0.454
0.2	0.266	0.338	0.405	0.439	0.455
0	0.25	0.325	0.4	0.438	0.456
δ	p_2^{L*}				
	c=0	**c=0.1**	**c=0.2**	**c=0.25**	**c=0.275**
1	0.289	0.337	0.389	0.418	0.437
0.8	0.280	0.334	0.391	0.422	0.439
0.6	0.273	0.332	0.393	0.425	0.442
0.4	0.266	0.330	0.396	0.429	0.445
0.2	0.261	0.328	0.398	0.433	0.450
0	0.25	0.325	0.4	0.438	0.456

位相機，規格不斷創新高，但價格至多在新台幣 15000 元上下，而單眼數位相機市場的長期價格更明顯地呈現價格下跌的趨勢。[9]

接著，我們利用比較靜態分析來觀察影響 x_1 和 q_2 變動方向之因素。首先將一階條件(17)式以及(18)式全微分後，可得 dx_1/dc（其推導細節見附錄 A），

9 詳見中時電子報 (2007)，http://news.chinatimes.com/2007Cti/2007Cti-Rtn/2007Cti-Rtn-Content/0,4526,110110+112007120200482,00.html。

$$\frac{dx_1}{dc}=\frac{\left(-\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial q_2}+\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial q_2}\right)}{\mathrm{H}} \tag{19}$$

在(19)式中，因分母爲正（H 爲負定矩陣），故 c 變動對 x_1 的影響完全取決於分子部分。我們將(19)式之分子第一項稱爲直接效果，第二項稱爲間接效果。因 $\partial^2\pi/\partial q_2^2<0$，直接效果的正負取決於 $\partial\pi_{x_1}/\partial c$ 的正負，又由於 δ 介於 0 到 1 之間，$q_2\geq q_1(=1)$，故直接效果中的第一項 $\partial\pi_{x_1}/\partial c=\delta q_1/q_2-1$ 恆負，因此直接效果爲負。直接效果爲負的意思是，生產的邊際成本增加將使得第 1 期產量所帶來的邊際利潤下降，因此產量 x_1 下降。

間接效果則可分成兩部分討論，第一、$\partial\pi_{q_2}/\partial c=-[\delta(x_1q_1+c/2)]/q_2^2<0$，代表當廠商生產的邊際成本增加，將使得研發所帶來的邊際利潤下降，研究與發展 R&D 的價值降低，進而導致 q_2 下降；第二、$\partial\pi_{x_1}/\partial q_2=-\delta q_1[c+(3x_1q_1/2)]/q_2^2<0$，這隱含在本模型中 x_1 和 q_2 兩決策爲相互替代之關係，直覺上這是因爲獨占廠商投入較多研發時，將使第 2 期產品品質較高，第 1 期低品質產品二手市場價格下降，因此第 1 期低品質產品需求下降，廠商產出減少；同理，若獨占廠商決定在第 1 期生產較多之 x_1，第 2 期高品質商品市場上將面對更激烈的競爭，廠商因而減少高品質商品的研發投入，因此兩者爲策略性替代的關係。綜合這兩項影響，間接效果爲正。

直接效果爲負，間接效果爲正，但 c 變動對 x_1 影響的總效果仍無法直接判斷(見附錄 A1 式)，需視直接效果與間接效果的大小而定。由表 1，我們可觀察到，c 變動對 x_1^* 的影響取決於 δ 值的大小，當 $\delta<\underline{\delta}$時，$c$ 上升 x_1^* 下降；當 $\delta>\bar{\delta}$ 時 c 上升 x_1^* 增加；當 $\underline{\delta}<\delta<\bar{\delta}$ 時，c 上升 x_1^* 可能下降(c 小時)也可能上升(c 大時)。表 1 的資訊告訴我們，總效果的正負與 δ 值的大小有關，因此我們將所有定義域下的均衡值解出後，分別代入(19)式，比較所有均衡值下的直接效果、間接效果與總效果。結果發現此三個效果皆會受 δ 值的大小影響。當 δ 值越大時，直接效果越小(直接效果的絕對值越小)，間接效果越大，總效果越有可能爲正。δ 值越大時，直接效果越小的直覺可由(15)式 x_1 的需求曲線得到，當 δ 值越大時，需求曲線縱軸的截距變大但斜率變陡，這表示 δ 值越大時，x_1 的需求變得越沒彈性，當 x_1 的需求變得越沒彈性時，

c 變動對產出的影響就越小。δ 值變大時，使得間接效果越大，是因爲 δ 值變大時，同時使得構成間接效果的兩個成分變大(見前頁，間接效果的分析)。當 δ 值變大時，第一、使得研發所帶來的邊際利潤更形下降；第二、使得 x_1 和 q_2 兩決策的策略替代性更強，這兩個效果皆使得 δ 值變大時，間接效果亦越大。

我們以圖 2-1，2-2 以 $\delta=0.8$ 爲例來說明此現象，圖 2-1 中顯示在 c 的定義域下，直接效果爲負，間接效果爲正，當 δ 值上升（下降）時，直接與間接效果兩條曲線皆上移；圖 2-2 則顯示總效果，隨 δ 值上升（下降），整條曲線上升（下降），總效果越可能爲正。[10]

命題 2 ：當 δ 大時（$\delta>0.959$），生產邊際成本增加將導致獨占廠商第 1 期的最適產量增加；當 δ 小時（$\delta<0.741$），生產邊際成本增加將導致獨占廠商第 1 期的最適產量下降；當 δ 居中時($0.741<\delta<0.959$)，生產邊際成本增加時獨占廠商第 1 期產量可能上升(當 c 較大時)，也可能下降（當 c 較小時)。

輔理 1 顯示，在兩期耐久財模型中，獨占廠商的行爲仍服膺經濟學原理。但命題 2 卻得到一個有趣的結果，當 δ 值大於 $\bar{\delta}$（$=0.959$）時，生產的邊際成本增加將使得第 1 期產量增加，[11] 此與基本經濟學原理相左。若細究其原因，有兩項線索。第一、輔理 1 的基本模型與第三節模型的差異在於獨占廠商可進行研發，其次，由之前的比較靜態分析可知，要得到 c 上升 x_1^* 增加的結果，必須要間接效果大於直接效果，換句話說，研發強度 q_2 對此現象的發生有關鍵性的影響。因此以下我們先討論，生產邊際成本 c 上升對 q_2 變動的影響，再一併闡述命題 2 的經濟意義。

將一階條件⒄式及⒅式全微分後，可得 dq_2/dc(其推導細節見附錄A)，

10 圖 2-2 總效果與橫軸相交於 $0.2<c<0.2091$ 處，因此我們在表 1 中可觀察到，當 $\delta=0.8$，$c=0.2$，$c=0.209$，與 $c=0.2091$ 時，x_1^* 皆爲 0.386。

11 在我們的模型中，c 上升必定使得 x_2^* 下降，由於和輔理 1 相同，因此省略未列出。

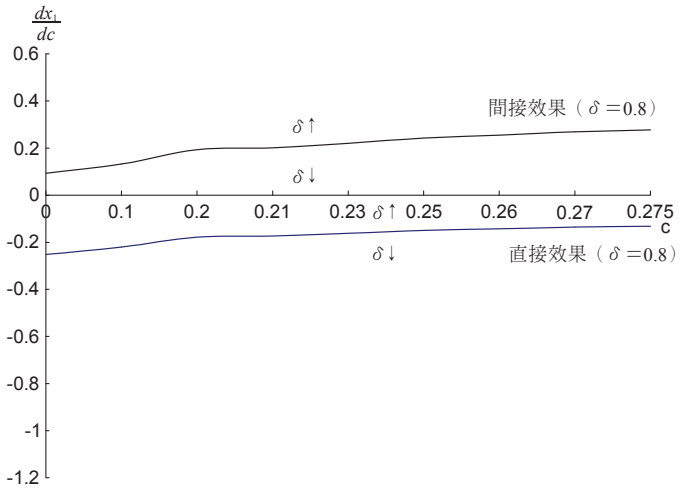


圖 2-1：dx_1/dc 之直接效果與間接效果

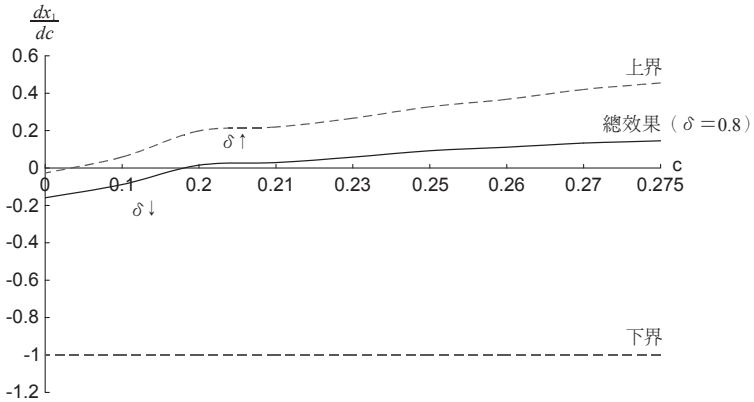


圖 2-2：dx_1/dc 之總效果

$$\frac{dq_2}{dc}=\frac{\left(-\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial x_1}+\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial x_1}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial c}\right)}{\mathrm{H}}$$

$$=\frac{-\delta q_1\{4\delta c q_2+q_1[\delta c+2q_2x_1(1+4\delta)]\}}{4q_2^3}\Big/\mathrm{H}<0 \tag{20}$$

由於分母爲正，因此分子的正負影響⑳式的正負。我們一樣將 c 對 q_2 的總效果之分子部分拆解成直接效果和間接效果兩部分，第一個等號右邊分子前半部爲直接效果，後半部爲間接效果。由⒆式的分析可知，$\partial\pi_{q_2}/\partial c=-[\delta(x_1q_1$

$+c/2)]/q_2^2<0$，$\partial\pi_{x_1}/\partial c=\delta q_1/q_2-1<0$，$\partial\pi_{q_2}/\partial x_1=-\delta q_1[c+(3x_1q_1/2)]/q_2^2<0$，且 x_1 的二階條件爲負。因此直接效果爲負，間接效果爲正。直接效果爲負的經濟意涵表示，生產的邊際成本增加將導致研發所帶來的邊際利潤下降，因此研發強度下降；間接效果爲正則表示，由於邊際成本增加導致 x_1 下降，由於 x_1 與 q_2 爲策略性替代，因此 q_2 上升。

直接效果爲負，間接效果爲正，且在我的模型中直接效果恆大於（dominate）間接效果，因此 c 變動對 q_2 的影響之總效果爲負，$dq_2/dc<0$（見附錄 A2 式）。同時，由⒇式可發現，在其他條件不變下，δ 越大，總效果越大（絕對值越大），當 $\delta=0$ 時，我們的兩期模型退化爲一期模型，因此 $q_2^*=q_1=1$，$dq_2/dc=0$。由這些分析，我們可得：

命題 3 ：對生產耐久財的獨占廠商而言，邊際生產成本越高，研發強度越低。
命題 4 ：當 δ 越大時，邊際成本上升，研發投入減少的越多。

以上兩個命題有下列經濟意涵：第一、命題 3 之結果顯示，在相同的條件下，邊際生產成本較高之廠商其研發水準（q_2^*）較低。這結果顯示，在同類型的耐久財商品中，生產邊際成本的高低（如商用型的筆記型電腦對應一般型的筆記型電腦，高單價的豪華汽車與低單價的國民車）的確會影響研發水準的高低，這主要是因生產的邊際成本增加將導致研發所帶來的邊際利潤下降，因此導致研發強度下降。

其次、命題 2 與命題 4，說明了邊際生產成本較高的獨占廠商，其所面對的時間不一致問題較小。如前言所述，獨占廠商由於無法承諾 R&D 的投入量，同時 R&D 在第 1 期銷售後才進行，獨占耐久財廠商會面對時間不一致問題，導致研發投入過多。在兩期模型中，此時間不一致問題會隨折現值 δ 的上升而增加（一個簡單的直覺是 $\delta=0$ 時，我們的模型退化爲一期模型，完全沒有時間不一致問題），[12] 因此我們從命題 2 與命題 4 的結果可觀察出，當 δ 越大時間不一致問題加劇時，生產成本越高的廠商其 R&D 的投入會減少的越多，又因爲 R&D 投入的大幅減少，第 2 期二手市場的低品質商品價格可大

12 對此，Kutsoati and Zabojnik（2005:96）有詳細說明。

幅提昇，這使得獨占廠商第 1 期面對的低品質產品需求上升，產出因而提高，這也是我們在命題 2 得到「生產邊際成本上升，產量反而上升」的原因。由於當獨占廠商能克服時間不一致問題時，研發量下降，第 1 期產出會增加（見以下命題 5），由此我們可推論：

推論 1：生產邊際成本較高的獨占廠商，其所面對的時間不一致問題較小。

在架構類似的模型下，Waldman（1996:583-595）與 Nahm（2004:303-319）皆得到獨占廠商的產品研發會面對時間不一致問題。本文則進一步指出，在這種考慮研發下的耐久財兩期模型中，時間不一致問題雖會存在，但邊際生產成本越高的廠商，其所面對時間不一致問題的越小。

二、具有承諾能力下之研發決策

假設生產耐久財的獨占廠商對未來產品的產量和品質具有承諾能力，因此他將在第 1 期同時決定 x_1^c、q_2^c 和 x_2^c，此時獨占廠商利潤極大化之目標函數爲：

$$\begin{aligned}\underset{x_1^c,q_2^c,x_2^c}{Max}\ \pi^c &= \pi^c+\delta\pi_2^c-\frac{(q_2^c-q_1)^2}{2}\\ &=\{[q_1(1-x_1^c)+\delta q_1(1-x_2^c-x_1^c)]-c\}x_1^c\\ &\quad+\delta\{[(1-x_2^c)(q_2^c-q_1)+(1-x_2^c-x_1^c)q_1]-c\}x_2^c-\frac{(q_2^c-q_1)^2}{2}\end{aligned} \tag{21}$$

透過(21)式分別對 x_1^c、q_2^c 和 x_2^c 求一階導數，可得獨占廠商具有承諾能力下利潤極大化之一階條件：

$$\frac{\partial\pi^c}{\partial x_1^c}=q_1(1+\delta)-2x_1^cq_1(1+\delta)-2\delta q_1x_2^c-c=0 \tag{22}$$

$$\frac{\partial\pi^c}{\partial q_2^c}=\delta x_2^c(1-x_2^c)-q_2^c+q_1=0 \tag{23}$$

$$\frac{\partial\pi^c}{\partial x_2^c}=\delta(q_2^c-c-2q_1x_1^c-2q_2^cx_2^c)=0 \tag{24}$$

將(22)、(23)和(24)三式聯立求解，可求得耐久財獨占廠商在具承諾能力下第 1 期的最適產量、研發水準以及第 2 期的最適產量。其分別爲 $q_2^{c*}=1$、$x_1^{c*}=(1+\delta-c)/[2(1+\delta)]$ 與 $x_2^{c*}=0$（求解的詳細過程見附錄 B）。這表示若獨占廠商具允諾能力時，耐久財獨占廠商將選擇不作研發，只在第 1 期賣低品質的耐久財，以獲取獨占利潤。獨占廠商具允諾能力與不具允諾能力的各項最適內生變數值我們將其整理於表 4。

表 4：具有承諾能力與否對其最適值之影響

第 1 期產量	$x_1^* < x_1^{c*}$
研發水準	$q_2^* > q_2^{c*}=1$
第 2 期產量	$x_2^* > x_2^{c*}$

註：給定 $q_1=1$，$0<c\leq 0.275$，$0<\delta\leq 1$

命題 5：當研發成本與生產成本獨立，且其爲品質提升差距的 2 次式時，若獨占廠商具承諾能力，則第 1 期產量 $x_1^{c*}=(1+\delta-c)/[2(1+\delta)]$；同時，獨占廠商將不進行研發，並不在第 2 期販售商品。

命題 5 指出，獨占廠商具允諾能力時將不進行研發與第 2 期的銷售。其原因在於，當廠商不具有允諾能力時，耐久財獨占廠商同時面對銷售數量與品質研發的時間不一致問題，在第 1 期低品質商品銷售後，獨占廠商有強烈的誘因進行研發，並在第 2 期時銷售高品質商品。因此，獨占廠商若可在第 1 期低品質商品銷售前，保證以後不進行研發與銷售高品質商品，則消費者對第 2 期低品質商品的評價便會大幅上升，並因此在第 1 期願付較高的價格購買低品質商品，獨占廠商的跨期總利潤因而提高。關於這點，本文的結論與 Waldman（1996:583-595）和 Nahm（2004:303-319）結果相同。

命題 5 同時也回應了林欣吾與施俊吉（2000:116-126）一文，林欣吾與施俊吉指出，在兩期耐久財銷售模型中，若獨占耐久財廠商有高品質與低品質兩種商品可供選擇銷售，但每期只能銷售一種商品（高品質或低品質商品）。他們的研究結果指出，當獨占廠商具允諾能力時，獨占廠商會先銷售高品質商品，再銷售低品質商品；若獨占廠商不具允諾能力時，林欣吾與施俊吉推

論，耐久財獨占廠商會追求產品功能逐期提升。林欣吾與施俊吉的模型中，品質外生且生產與研發皆無成本，和他們的模型相較，我們的模型在設定上假設生產與研發皆須成本投入，且品質提升需在第 1 期期末進行（此假設隱含獨占廠商無法在第 1 期販售高品質商品），雖然模型設定有此差異，但命題 5 的結果與直覺仍和林欣吾與施俊吉一文接近，當獨占廠商可向消費者允諾的情況下，遏止未來耐久財的研發與銷售數量仍爲獨占廠商的最佳策略。同時，本文第三節的結果也呼應林欣吾與施俊吉的推論，耐久財獨占廠商會追求產品功能的逐期提升。

肆、結論與展望

本文建立一兩期的獨占耐久財模型，在此兩期模型中，耐久財獨占廠商在第 1 期銷售低品質耐久財後，可投入研發決定下一期產品品質水準。在此模型下，我們的研究得到：

第一，即使獨占廠商可進行研發，在第 2 期銷售高品質商品，但品質提升仍無法阻止商品價格逐期下降。這對現實生活中許多 3C 產品長期價格趨勢呈向下趨勢的現象，提出一個可能的解釋方向。第二，在相同的條件下，邊際生產成本越高的廠商，其研發強度越低；第三，在兩期模型中，研發雖然會產生時間不一致的問題，且隨折現率上升將使得時間不一致的問題加劇，但生產的邊際成本較高的廠商，時間不一致的問題較小。這是由於生產的邊際成本上升將使得廠商的研發投入大幅下降，新產品對第 1 期低品質的耐久財的潛在威脅下降，進而使得廠商第 1 期低品質產品的銷售量增加。第四，在我們的研究中，當耐久財獨占廠商具有承諾能力時，他將傾向於只在第 1 期販售低品質的產品，賺取獨占利潤，而不從事研發。當獨占廠商不具承諾能力時，獨占廠商會逐期提高品質。本文的設定較林欣吾與施俊吉（2000: 116-126）來的一般化，但此部分的結論仍支持林欣吾與施俊吉的論點。

我們的模型解釋了耐久財獨占廠商邊際生產成本的變動，對其研發投入量及最適產量等生產行爲具有關鍵性的影響，也舉出邊際生產成本較高的廠商，能緩和時間不一致的問題。本文的這些結論受到幾個限制：第一、在本

文中假設消費者對品質的偏好爲 θq，此設定進一步影響兩期耐久財需求爲線性；第二、在本文中生產的邊際成本爲常數，品質的提升成本爲品質差異的 2 次式，同時兩者獨立。第三、本文模型只考慮兩期，眞實世界的耐久財可能使用多期。第四、在我們的模型中並未考慮同一期廠商間的競爭問題，這是說若將不同的市場結構考慮進來，在耐久財的雙占或是寡占市場下，廠商的品質決策除了須考量本身生產的新舊產品之跨期競爭外，還須將市場上競爭對手的決策納入考量，考慮寡占市場的情形較接近現實世界的狀況。這些限制都是引用本文結論所需注意的，同時，此亦爲未來理論研究延申時值得思考的方向。

參考資料

中時電子報

2007 〈單眼數位相機降價快　市場需求穩定成長〉，http://news.chinatimes.com/2007Cti/2007Cti-Rtn/2007Cti-Rtn-Content/0,4526,110110＋112007120200482,00.html。(2007/12/02)

林欣吾、施俊吉

2000 〈Coase 推測與產品功能調整策略〉，《國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學》10(1): 116-126。

Aoki, R.

2003 "Effect of Credible Quality Investment with Bertrand and Cournot Competition," *Economic Theory* 21: 653-672.

Aoki, R. and T. Prusa

1996 "Sequential v.s. Simultaneous Choice with Endogenous Quality," *International Journal of Industrial Organization* 15: 103-121.

Bulow, J.

1986 "An Economic Theory of Planned Obsolescence," *Quarterly Journal of Economics* 101(4): 729-750.

Chi, W.

1999 "Quality Choice and the Coase Problem," *Economics Letters* 64: 107-115.

Coase, R.

1972 "Durability and Monopoly," *Journal of Low and Economics* 15(1): 143-149.

Economides, N.

1999 "Quality Choice and Vertical Integration," *International Journal of Industrial Organization* 17: 903-914.

Fishman, A. and R. Rob
2000 "Product Innovation by a Durable-good Monopoly," *Rand Journal of Economics* 31(2): 237-252.
Fudenberg, D. and J. Tirole
1998 "Upgrades, Tradeins, and Buybacks," *Rand Journal of Economics* 29: 235-258.
Goering, G. E.
2005 "Durable Good Monopoly and Quality Choice," *Research in Economics* 59: 59-66.
Herguera, I., P. Kujal, and E. Petrakis
2000 "Quantity Restrictions and Endogenous Quality Choice," *International Journal of Industrial Organization* 18: 1259-1277.
2002 "Tariffs, Quality Reversals and Exit in Vertically Differentiated Industries," *Journal of International Economics* 58: 467-492.
Kutsoati, E. and J. Zabojnik
2005 "The Effect of Learning-by-doing on Product Innovation by a Durable Good Monopolist," *International Journal of Industrial Organization* 23: 83-108.
Lee, I. H. and J. Lee
1998 "A Theory of Economic Obsolescence," *Journal of Industrial Economics* 46: 383-401.
Moraga-Gonzalez, J. L. and J. M. Viaene
2005 "Trade Policy and Quality Leadership in Transition Economics," *European Economic Review* 49: 359-385.
Motta, M.
1993 "Endogenous Quality Choice: Price vs. Quantity Competition," *Journal of Industrial Organization* 41: 113-131.
Nahm, J.
2004 "Durable-goods Mmonopoly with Endogenous Innovation," *Journal of Economics and Management Strategy* 13: 303-319.
Ries, J. C.
1993 "Voluntary Export Restraints, Profits, and Quality Adjustment," *Canadian Journal of Economics* 3: 688-706.
Tirole, J.
1988 *The Theory of Industrial Organization*. Cambridge, MA: MIT Press.
Toshimitsu, T.
2003 "Optimal R&D Policy and Endogenous Quality Choice," *International Journal of Industrial Organization* 21: 1159-1178.
2005 "Quality Choice, the Coase Problem, and a Fixed Cost Function of Quality: A Note," *Applied Economics Letters* 12: 453-455.
Waldman, M.
1996 "Planned Obsolescence and the R&D Decision," *Rand Journal of Economics* 27: 583-595.

附錄 A

將一階條件全微分後以矩陣方式排列可得

$$\begin{bmatrix} -2q_1(1+\delta)+\dfrac{3\delta q_1^2}{2q_2} & -\dfrac{\delta q_1}{q_2^2}\left(c+\dfrac{3x_1q_1}{2}\right) \\ -\dfrac{\delta q_1}{q_2^2}\left(c+\dfrac{3x_1q_1}{2}\right) & \dfrac{3\delta x_1^2q_1^2}{2q_2^3}+\dfrac{2\delta cq_1x_1}{q_2^3}+\dfrac{\delta c^2}{2q_2^3}-1 \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} dx_1 \\ dq_2 \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} -\left(\dfrac{\delta q_1}{q_2}-1\right) \\ -\left[-\dfrac{\delta}{q_2^2}\left(x_1q_1+\dfrac{c}{2}\right)\right] \end{bmatrix}\cdot dc+\begin{bmatrix} -\left[\dfrac{q_1}{q_2}\left(c+\dfrac{3x_1q_1}{2}\right)-2x_1q_1\right] \\ -\left(-\dfrac{3x_1^2q_1^2}{4q_2^2}-\dfrac{x_1q_1c}{q_2^2}-\dfrac{c^2}{4q_2^2}+\dfrac{1}{4}\right) \end{bmatrix}\cdot d\delta$$

利用 Cramer's rule 可得 dx_1/dc、dq_2/dc 等外生變數對內生變數的影響。以下我們將各外生變數對內生變數的影響拆解成直接效果加間接效果，可得下列(A1)和(A2)兩項效果：

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dc}&=\left[-\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial q_2}+\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial q_2}\right]\Big/\mathrm{H}\\ &=\left\{-\left[\frac{\delta q_1}{q_2}-1\right]\cdot\left[\frac{3\delta x_1^2q_1^2}{2q_2^3}+\frac{2\delta cq_1x_1}{q_2^3}+\frac{\delta c^2}{2q_2^3}-1\right]\right.\\ &\quad\left.+\left[-\frac{\delta}{q_2^2}\left(x_1q_1+\frac{c}{2}\right)\right]\cdot\left[-\frac{\delta q_1}{q_2^2}\cdot\left(c+\frac{3x_1q_1}{2}\right)\right]\right\}\Big/\mathrm{H}\end{aligned}\tag{A1}$$

$$\begin{aligned}\frac{dq_2}{dc}&=\left[-\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial c}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial x_1}+\frac{\partial\pi_{q_2}}{\partial x_1}\cdot\frac{\partial\pi_{x_1}}{\partial c}\right]\Big/\mathrm{H}\\ &=\left\{-\left[-\frac{\delta}{q_2^2}\left(x_1q_1+\frac{c}{2}\right)\right]\cdot\left[-2q_1(1+\delta)+\frac{3\delta q_1^2}{2q_2}\right]\right.\\ &\quad\left.+\left[-\frac{\delta q_1}{q_2^2}\cdot\left(c+\frac{3x_1q_1}{2}\right)\right]\cdot\left[\frac{\delta q_1}{q_2}-1\right]\right\}\Big/\mathrm{H}\\ &=\frac{-\delta q_1\{4\delta cq_2+q_1[\delta c+2q_2x_1(1+4\delta)]\}}{4q_2^3}\Big/\mathrm{H}<0\end{aligned}\tag{A2}$$

其中，

$$\begin{aligned}\mathrm{H}\equiv&\left(-2q_1(1+\delta)+\frac{3\delta q_1^2}{2q_2}\right)\cdot\left(\frac{3\delta x_1^2q_1^2}{2q_2^3}+\frac{2\delta cq_1x_1}{q_2^3}+\frac{\delta c^2}{2q_2^3}-1\right)\\ &-\left[-\frac{\delta q_1}{q_2^2}\left(c+\frac{3x_1q_1}{2}\right)\right]^2>0\end{aligned}$$

附錄 B

令 $q_1=1$，由(22)與(23)式分別可得(A3)和(A4)式：

$$x_1^c=\frac{1+\delta-2\delta x_2^c-c}{2+2\delta} \tag{A3}$$

$$q_2^c=1+\delta x_2^c-\delta(x_2^c)^2 \tag{A4}$$

將(A3)和(A4)式代回(24)式，整理後可得(A5)式，爲 x_2^c 的函數，令此函數爲 $y=f(x_2^c)$：

$$y=\delta^2(2(x_2^c)^3-3(x_2^c)^2+x_2^c)+\delta-c\delta-2\delta\left(\frac{1+\delta-2\delta x_2^c-c}{2+2\delta}+x_2^c\right) \tag{A5}$$

對(A5)式一階微分：

$$f'(x_2^c)=\delta^2-6\delta^2x_2^c+6\delta^2(x_2^c)^2-\frac{4\delta}{2+2\delta} \tag{A6}$$

令一階條件爲零，解 x_2^c，得一正根、一負根，故極值發生處爲：[13]

$$x_2^{c*}=\frac{6\delta\pm\sqrt{36\delta^2-4(6\delta^2)\left(\delta^2-\frac{4\delta}{2+2\delta}\right)}}{12\delta^2} \tag{A7}$$

對(A5)式二階微分：

$$f''(x_2^c)=-6\delta^2+12\delta^2x_2^c \tag{A8}$$

由(A8)式可知，反曲點在 $x_2^c=1/2$ 處，將 $x_2^c=1/2$ 代回(A5)式，可知此時 $y=f(x_2^c=1/2)=-c\delta-2\delta(1-c)/(2+2\delta)<0$。又，由(A5)式可知，當 $x_2^c=0$ 時，$y=f(x_2^c=0)=-2c\delta^2[1/(2+2\delta)]<0$。

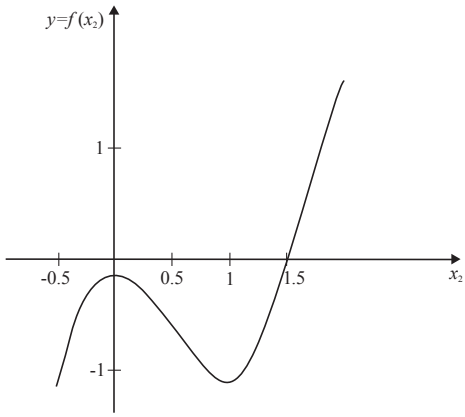
由(A7)式可知 x_2^c 的極值只與 δ 值的大小有關，$y=f(x_2^c)$的一元三次方

13 由於 $0\leq\delta\leq1$，因此 $\delta^2-4\delta/(2+2\delta)\leq0$，故根號中恆大於零，換言之，$x_2^{c*}$ 恆爲實數解。

程式可分爲下列兩種案例討論（也只有下列 2 種案例）：[14]

案例 1　當 $\delta=1$（如附圖 1）：

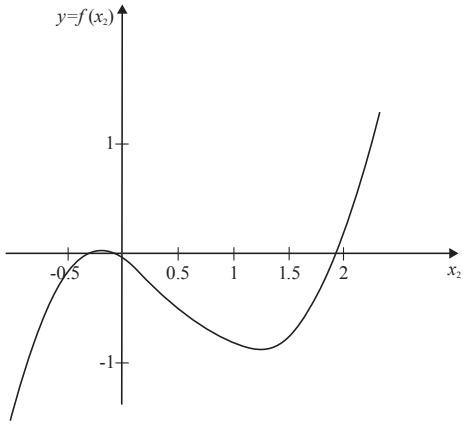
將 $\delta=1$ 代回(A7)式，此時極大值發生在 $x_2^{c*}=0$，但將 $x_2^{c*}=0$ 代回(A5)式，可發現 $y=f(x_2^c=0)<0$（如附圖 1），故 x_2^{c*} 爲角解 $(x_2^{c*}=0)$，將 $x_2^{c*}=0$ 代回一階條件，可得 $q_2^{c*}=1$，$x_1^{c*}=(2-c)/4$。



附圖 1：$\delta=1$ 的情況

案例 2　當 $0<\delta<1$：

當 $\delta\neq 1$ 時，以 $\delta=0.5$ 爲例。此時如附圖 2 所示，在 concave 的區域，使 $y=f(x_2^c)=0$ 時，x_2^{c*} 的解皆小於零，因此 x_2^{c*} 爲角解 $(x_2^{c*}=0)$。將 $x_2^{c*}=0$ 代回一階條件，可得 $q_2^{c*}=1$，$x_1^{c*}=(1+\delta-c)/[2(1+\delta)]$。



附圖 2：$\delta=0.5$ 的情況

因此無論 δ 值的大小爲何，皆爲角解，$q_2^{c*}=1$，$x_1^{c*}=(1-c+c\delta)/[-2\delta+2(1+\delta)]$，$x_2^{c*}=0$。

14 由於我們是求解目標函數的極大值，故只需看圖形中 concave 的部分 $(x_2^c\leq 1/2)$。

Product Innovation and Production in Durable Goods Monopoly

Kuang-cheng Wang
Associate Professor
Social Science Division
Center for General Education
Chang Gung University

Ping-yao Chou
Ph.D. student
Department of Economics
National Central University

ABSTRACT

This paper builds up a two-period durable goods model to analyze the impacts of marginal cost on innovation intensity and production behavior for durable-goods monopolists.

The results show that, first, if the marginal production cost is higher, the innovation level will be lower. Second, when the discount factor is higher, an increase of the marginal production cost will raise the outputs of durable goods in the first period. This is because each durable goods monopolist faces the time inconsistent problem. However, the time inconsistent problem for a monopolist with a higher marginal production cost will be less serious. Finally, a monopolist with commitment power will choose no innovation and will only sell durable goods in period one to avoid Coase's conjecture problem.

Key Words: durable goods, innovation, monopoly, Coase's conjecture