行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

透過售價影響各時點銷售率之新產品擴散模式
研究成果報告(精簡版)

計 畫 類 別 ：個別型
計 畫 編 號 ：NSC 95-2416-H-343-003-
執 行 期 間 ：95 年 08 月 01 日至 96 年 07 月 31 日
執 行 單 位 ：南華大學管理科學研究所

計 畫 主 持 人：陳淼勝

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：施育地

處 理 方 式 ：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 96 年 08 月 21 日

研究計畫：『透過售價影響各時點銷售率

- 新產品擴散模式』結論報告

新產品在專利保護期間之最適訂價

Optimal Pricing for New Product under Patent-Protected

Abstract

創新的價值隨時間在改變，特別是專利給予新產品法律上的保護期限，是隨時間經過而逐漸降低其獨占地位。因此，廠商如何在專利保護期間，利用新產品的最適定價擴大市場佔有率，及取得市場的領先地位，實是新產品廠商必須面對的重要課題。當廠商向社會大眾傳遞新產品的資訊，潛在消費者在獲得新產品功能訊息的時間，通常被用來界定消費者，在該時點對新產品購買率的重要因素。當新產品銷售資訊在市場上擴散，在各時間點，群眾知曉新產品資訊之人數增加率皆不同，即使在同一售價水準下，各時間點新產品之銷售率可能亦皆相異。為了能具體分析這種問題的特異姓，本文提出一個觀念架構，以新產品擴散模式及需求理論為基礎，建立新產品的***需要機率函數***，並定義***需要機率函數*** $D(p)$ 如下：獲悉新產品資訊之群眾，在價格水準 p 之下，願意購買此產品之機率為 $D(p)$。透過此需要機率函數的表達，及新產品資訊隨時間的擴散之微分方程式；本文將”廠商如何透過售價 p，影響各時間點新產品銷售資訊的擴散及廠商利潤之回收”製作成可具體討論的數學模式，數學模式最佳售價 p^* 的性質，及 p^* 對模式各參數的敏感度分析結果，則為本研究的重要內容。

關鍵字：擴散、專利、機率需要函數、最佳訂價

Abstract

This study presents a conceptual framework based on the new product diffusion and demand theory models. The proposed framework was created a probability of demand function, and the optimal price for a patent protected new product was determined.

As a new product diffuses through the market. The rate at which information regarding a new product diffuses through the market varies over time. To analyze this problem in detail, this study defines the probability of demand function. Using this demand probability function and the differential equation for the diffusion of new product information over time, this study presents a concrete mathematical model for addressing the question “How can a manufacturer influence new product information diffusion and profits by manipul- ating the sales price”. This study also characterize the optimal price and analyzes the sensitivity of its dependence on the equation parameters.

Key word：diffusion、patent、new product、optimal pricing、innovation

1、Introduction

現今競爭的企業環境，迫使廠商必須持續發展新產品，並保持新產品能符合市場的需求。亦即廠商為了創造持久的競爭優勢，必須貼近市場及有效率的提供符合目標顧客的新產品。(Amit and Schoemaker,1993；Joaqui’n, Rafael and Ricardo,2004)。技術管理方面之學者研究指出，新產品是建立在技術創新的波段上(Foster, 1986；Utterback, 1994)，而且技術研發之廠商會將技術創新的研發成果申請專利的保護。經濟學者認為，專利保護下的新產品在市場上擁有獨占的地位(Deardorff,1992；Blind and Thumm,2004)，且研究顯示，在專利保護下之新產品對廠商的獲利及市場價值的影響是正面的 (Blundell, Griffith and Van Reenen,1999；Sorescu, Chandy and Prabhu,2003).。但是創新的價值隨時間在改變，特別是專利給以廠商法律上的保護期限 (Sherry and Teece,2004)。

技術創新及其價值是二個不同的觀念，一是技術創新本身，即技術方面的突破。一是創新所伴隨的智慧財產權(專利、著作權、商標與商業秘密)。如考慮專利保獲期限的過期，技術本身並未改變，但專利權的價值卻成為零，許多經營決策者未能分辨二者的差異，思想混淆的結果導致決策品質的拙劣。(Sherry and Teece,2004) 。又，創新技術所孕育的新產品，雖然有專利的保護，但其產品生命週期的每一階段均充滿著間隙或(crack)或鴻溝(chasm) (Moore, 1995)，這些

間隙或鴻溝會阻礙新產品的成長，甚至導致新產品的夭折。因此，要從創新技術的商業化而獲得之價值，不僅要依賴組織本身的資源，更要依賴廠商所使用商業化的策略(Teece, 1986)。本文將探討新產品廠商上市新產品所面臨之問題：

●在專利保護期間的新產品，如何訂定最佳售價？如何使新產品廠商獲利最大？

●新產品的定價如何影響其擴散過程？廠商應如何依據市場供需情報，調整行銷策略？

●專利保護期間之長短，如何影響新產品的定價？

本文主要目的，是藉由本文所建立之***需要機率函數*** $D(p)$ 來討論專利期間之新產品，如何透過價格來影響新產品的擴散過程。其次，透過此需要機率函數的表達，及新產品資訊隨時間的擴散之微分方程式，將”廠商如何透過售價 p 影響新產品各時間點銷售資訊的擴散及廠商利潤之回收”製作成可具體討論的數學模式。第三，探討數學模式最佳售價 p^* 的性質，及 p^* 對模式各參數的敏感度分析結果，提供管理者如何有效能的分配資源。最後為本文之結論及未來研究方向。

2、Optimal Pricing Model

2.1 Diffusion model

討論新產品的使用過程，學者 Bass(1969)提出「首次購買新產品時程的成長模式(a growth model for the ***timing*** of initial purchase of new products)」(Bass,1969；2004)，它能製作為可具體討論的數學模式，因而引發許多學者對 Bass model 之強化與擴充(refinements and extensions)，其中以討論價格如何影響新產品擴散的理論，及實務上的應用最受到重視(Robinson and Lakhani, 1975；Bass,1980；Dolan and Jeuland, 1981；Bass and Bultez, 1982；Kalish, 1983；1985；Kamakura and Balasubramanian, 1988；Horsky, 1990；Jain and Rao,1989；1990)，蓋因價格往往是影響消費者對新產品採取購買行動的可調控變數(Kalish and Sen,1986)。然而，這些學者在基本 Bass model 加入價格因素的處理方式，可能會高估模式參數 α 、β 、N 的數值，這起因於新產品的擴散期間，t 時點知曉新

產品資訊與屬性的群眾 $y^{'}(t)$，因內心保留價格(reservation price)的考量，使實際購買新產品的消費者人數 $x^{'}(t)$，存在 $y^{'}(t) \geq x^{'}(t)\ \forall t > 0$。因此，在某特定價格水準下，模式的參數估計，潛在使用人數應由 $N - x(t)$ 改為 $N - y(t)$，以避免高估參數的數值。本文為了能具體分析這種問題，及考量新產品銷售資訊在市場擴散期間，因各時間點知曉產品資訊的群眾皆不同，使各時間點之需要函數亦皆相異的特殊狀況，本文建立***需要機率函數*** $D(p)$，來顯示 $x^{'}(t)$ 與 $y^{'}(t)$ 的關係，如下：$x^{'}(t) = y^{'}(t)D(p)$。而***需要機率函數*** $D(p)$ 表示獲悉新產品資訊之群眾，在價格水準 p 之下，願意購買此產品之機率為 $D(p)$。事實上，本文為 Bass model 的一般化模式，在特殊情況下，當 $y^{'}(t) = x^{'}(t)\ \forall t > 0$ 時，本文的模式即為 Bass model。

本文中，定義「potential consumers」為未來可能知曉新產品資訊的一般群眾，以 m 表示；「consumers」為實際購買之群眾，於 t 時點的累積購買人數以 $x(t)$ 表示。假設 $y(t)$ 為單位時間內，於 t 時點前知曉新產品資訊的群眾，(在價格為零時之潛在需求率)。[$y(t)$ is the potential demand rate per unit time among people who are aware of a product before any give time t (potential demand rate here refers to the demand rate with the price at zero)]，$y^{'}(t)dt$ 表時間區間 $[t, t + dt]$ 內知曉產品資訊之新增人數，則 $y^{'}(t)$ 與 $y(t)$ 之關係式為：

$$y^{'}(t) = (a + bx(t))(m - y(t)) \tag{1}$$

式中 a：the coefficient of innovation；b：the coefficient of imitation

2.2、Probability of Demand Function

Diffusion is a communication process in which adopters persuade those who have not yet adopted to adopt. 學者 Valente (1995) 將此社會模仿型態(type of social simulation)稱為「automata networks」，每一 automaton 代表個人在社會體系所處的地位，它所連結之網路(graph)代表如友誼、工作關係、接觸型態(Ellison, 1993；Blume, 1995)。In the automata networks，個別的消費者因所得、社會地位、對不確定冒險的程度、偏好、擁有新產品資訊之不同，對新產品的評價亦相異，

即個別的消費者對新產品會形成不同的保留價格。消費者心中的保留價格會影響其購買行為(Monroe, 2003；Kamins, Dre'ze and Folkes,2004)。廠商必須將這市場特性列入考量，才能制定出合適的行銷策略 (Rossi and Allenby,2003)。經濟學者強力支持將產品價格與保留價格結合於經濟模型中 (Kalyanaram and Winer,1995；Rajendran and Tellis, 1994)。所以任一 t 時點前知曉產品資訊之群眾，並不一定購買該產品，除非 the actual price is less than the reservation price 故 $y(t) \geq x(t)$ ，$\forall t$ 。

在考量消費者剩餘，探討消費者對產品的需求。本研究假設單位時間內，新產品的價格為 p，個別消費者對新產品的功能屬性，給予它的價值而形成的保留價格為 $w\theta_i$，參數 w 為新產品的功能(performance)；參數 θ_i ，$\theta_i \in [0,1]$ 為 i 消費者對產品功能屬性的評價。在此條件下，個別消費者 i 的消費者剩餘為：$w\theta_i - p$。因此整個新產品的潛在消費者可區分為三類：1、當消費者剩餘 $w\theta_i - p > 0$ ，此類潛在消費者會採取購買行動。2、當消費者剩餘 $w\theta_i - p = 0$ ，此類潛在消費者對購買或不購買無差異。3、當消費者剩餘 $w\theta_i - p < 0$ ，此類潛在消費者不會採取購買行動。

假設消費者對產品功能的評價為 $\underline{\theta}$ 時，使 $w\underline{\theta} - p = 0$ ，表示 $\theta = \underline{\theta}(z)$ 時購買或不購買對消費者無差異，得到 $\underline{\theta}(z) = \dfrac{p}{w}$ 。此時，廠商所面對的市場需求比率為 $D(z) = 1 - \underline{\theta}(z)$ ，即在產品之價格為 p 之條件下，市場總需求比率為(Tyagi,2004)：

$$D(p) = \int_0^1 D(z)dz = 1 - \frac{p}{w} \tag{2}$$

2.3、Model Formulation

在新產品售價 p 給定後，假設 t 時點前新產品廠商利用行銷戰術，在市場有規律的傳送新產品資訊，而一般大眾是隨機的接受到訊息。在 t 時間點前，知曉新產品資訊的潛在消費者，因個人之保留價格不同，致使市場上在 $[0, t]$ 時間區間內知曉產品人數為 $y(t)$ ，而實際購買產品人數為 $x(t)$ ；顯然可得：

$$y(t) \geq x(t) \text{ ，} \forall t \text{ 且}$$

$$x(0) = 0, y(0) = 0 \tag{2'}$$

由 Eq. $(2^{'})$ 式知在 $[0,t]$ 時間區間內尚有 $y(t)-x(t)$ 之潛在消費者，因 the actual price is in excess of the reservation price.而不購買新產品。透過需要機率函數 $D(p)$ 之表示， $x^{'}(t)$ 與 $y^{'}(t)$ 具有下列關係：

$$x^{'}(t)=y^{'}(t)D(p) \tag{3}$$

對 Eq.(3)式積分，並利用 $x(0)=0, y(0)=0$ 可得到：

$$x(t)=y(t)D(p)=y(t)\left(1-\frac{p}{w}\right) \tag{4}$$

將 Eq.(2)、(3)、(4)代入(1)式得：

$$x^{'}(t)=\left(a+bx(t)\right)\left(m\left(1-\frac{p}{w}\right)-x(t)\right) \tag{5}$$

本文假設新產品之售價制定者的經營目標為：在 $[0,T]$ 時間內追求折現總利潤 $H=\int_0^T (p-c)x_p^{'}(t)e^{-rt}dt$ 最大。利用部份積分技巧可將 H 改寫成 $H=\left(p-c\right)\left(x(T)e^{-rT}+r\int_0^T x_p(t)e^{-rt}dt\right)$，因而本最適售價模式可表示如下：

Model

$$\begin{cases} \underset{c\le p\le \bar{p}}{Max}\ H=\left(p-c\right)\left(x_p(T)e^{-rT}+r\int_0^T x_p(t)e^{-rt}dt\right) & (6) \\ s.t.\ \ x_p(0)=0,\ x_p^{'}(t)=\left(a+bx_p(t)\right)\left(m\left(1-\frac{p}{w}\right)-x_p(t)\right),\forall t\in[0,T] & (7) \end{cases}$$

式中，p 為單位產品價格，c 為單位產品成本，r 為利潤折現率。

2.3、模式參數 β 的意義

t 時點接受價格 p 之潛在消費量為 $m\left(1-\frac{p}{w}\right)-x_p(t)$，這些潛在消費群體，雖然接受價格水準 p，但不一定立即採取購買行動。他採取購買行動的時間點，取決於未來何時接受到新產品的資訊，且在獲得新產品資訊後，其購買的動機可區分為創新動機與模仿動機(Bass, 1969；2004)。

在 t 時點接受價格 p 之潛在消費群體中，在 t 時間點的購買率(e.g.單位時間的購買量)為 $a+b\,x_p(t)$。其中 a 為創新購買率，a 與時間 t 無關。$bx_p(t)$ 為 t 時點之模仿購買率，它是隨時間 t 增加而增加的。其下限為 $bx_p(0)=0$，上限為

$\lim_{t\to\infty} b\,x_p(t) = bm\left(1-\frac{p}{w}\right)$。換句話說，上述 t 時間點的購買率 $a+b\,x_p(t)$，隨時間 t 增加而增加。其下限為 a，上限為：$a+bm\left(1-\frac{p}{w}\right)$。本文將以符號 β，$\beta = bm\left(1-\frac{p}{w}\right)+a$，表示購買率的上限(Chen and Shih,2005)。

2.4、求最佳解

解微分方程式(7)，可得：

$$x_p(t) = m\left(1-\frac{p}{w}\right)\left(\frac{a\left(e^{\beta t}-1\right)}{ae^{\beta t}-a+\beta}\right)$$

，式中 $\beta = bm\left(1-\frac{p}{w}\right)+a$ 為 p 的函數

(8)

或記做：

$$x_\beta(t) = \frac{\beta-a}{b}\left(\frac{e^{\beta t}-1}{e^{\beta t}-1+\beta/a}\right) \qquad (8')$$

由(8)與(8')知，$x_p(t)$ 與 $x_\beta(t)$ 皆為 t 之增函數(即 $x_p'(t)>0, x_\beta'(t)>0, \forall t\ge 0$)，

$x_p(0)=x_\beta(0)=0$，且

$$\lim_{t\to\infty} x_p(t) = \lim_{t\to\infty} x_\beta(t) = Nf(p) \qquad (9)$$

利用(8)與(8')可將模式 (I) 表示如下：

$Model\,(II)$

$$\underset{a\le\beta\le bm\left(1-c/w\right)+a}{Min} H = \frac{\beta-a}{b}\left(\left(1-\frac{\beta-a}{bm}\right)w-c\right)\left(\left(\frac{e^{-rT}\left(e^{\beta T}-1\right)}{e^{\beta T}-1+\beta/a}\right)+\int_0^T\left(\frac{r\left(e^{\beta t}-1\right)}{e^{\beta t}-1+\beta/a}\right)e^{-rt}dt\right) \qquad (10)$$

由(10)易知 $H(\beta)$ 為閉區間 $\left[a, bm\left(1-c/w\right)+a\right]$ 上的連續函數，故模式 (II) 之最佳解存在。假設 p^* 為模式 (I) 之最佳解，β^* 為模式 (II) 之最佳解；則由(8)式可得 p^* 與 β^* 有下列關係：

$$p^* = \left(1-\frac{\beta^*-a}{bm}\right)w\,,$$

$$0 \le \frac{\beta^*-a}{bm} \le 1 \qquad (11)$$

由(10)易知 $H(a)=0$ 且 $H\left(bm\left(1-c/w\right)+a\right)=0$；故 $a<\beta^*<bm\left(1-c/w\right)+a$，且

$H'(\beta^*)=0$，$H'(\beta)$ 在 β^* 附近為 β 之減函數 (12)

由(10)可得 $H'(\beta)$ 如下：

$$H^{'}(\beta)=\frac{-a}{b}\left(\frac{2(\beta-a)w}{bm}+c-w\right)\left(e^{-rT}\left(\frac{e^{\beta T}-1}{ae^{\beta T}-a+\beta}\right)+r\int_0^T\frac{e^{\beta t}-1}{ae^{\beta t}-a+\beta}e^{-rt}dt\right)$$

$$+\frac{1}{b}\left(\frac{\beta}{a}-1\right)\left(\left(1-\frac{\beta-a}{bm}\right)w-c\right)\left(\frac{e^{-rT}\left(e^{\beta T}(T\beta-1)+1\right)}{\left(e^{\beta T}-1+\beta/a\right)^2}+r\int_0^T\frac{e^{\beta t}(t\beta-1)+1}{\left(e^{\beta t}-1+\beta/a\right)^2}e^{-rt}dt\right) \quad (13)$$

由(12)、(13)式得到：

$$0=H^{'}(\beta^*)$$

$$=\frac{-a}{b}\left(\frac{2(\beta^*-a)w}{bm}+c-w\right)\left(\frac{e^{-rT}\left(e^{\beta^*T}-1\right)}{ae^{\beta^*T}-a+\beta^*}+r\int_0^T\frac{e^{\beta^*t}-1}{ae^{\beta^*t}-a+\beta^*}e^{-rt}dt\right)$$

$$+\frac{1}{b}\left(\frac{\beta^*}{a}-1\right)\left(\left(1-\frac{\beta^*-a}{bm}\right)w-c\right)\left(\frac{e^{-rT}\left(e^{\beta^*T}(T\beta^*-1)+1\right)}{\left(e^{\beta^*T}-1+\beta^*/a\right)^2}+r\int_0^T\frac{e^{\beta^*t}(t\beta^*-1)+1}{\left(e^{\beta^*t}-1+\beta^*/a\right)^2}e^{-rt}dt\right) \quad (14)$$

由(8)、(11)式得到： $\frac{\beta^*}{a}-1>0$ 且 $\left(1-\frac{\beta^*-a}{bm}\right)w-c=(p^*-c)>0$ (15)

因函數 $g(y)$，$g(y)=ye^y-e^y+1$，有下列性質：$g(0)=0$，$g^{'}(y)=ye^y>0$，$\forall y>0$，故 $g(y)>0,\forall y>0$。

因此

$$g(\beta^*t)=\beta^*te^{\beta^*t}-e^{\beta^*t}+1>0 \quad (16)$$

由 Eq.(15)、Eq.(16) 知：Eq.(14) 右側第二項恆為正；因而 Eq.(14) 右側第一項為負，即

$$\frac{2(\beta^*-a)w}{bm}+c-w>0 \text{ and } \frac{c+w}{2}>p^* \quad (17)$$

3、敏感度分析

本節利用圖解方式(graphical view)，討論各參數對最佳價格 p^* 的影響效果。

3.1 參數 a 變動對最佳解 p^*（最佳解 β^*）的影響效果

假設在其他參數皆維持不變下，來探討參數 a 增加成為 $a+\Delta$ 時，對最佳解 p^*（或最佳解 β^*）的影響關係，如下：

Proposition 1：若 $\frac{(w-c)bm+\sqrt{(w-c)^2b^2m^2+4a^2w^2}}{2}<\beta^*<\frac{4aw+bm(w-c)}{2w}$，則 $\frac{\partial\beta^*}{\partial a}>1$，且 $\frac{\partial p^*}{\partial a}<0$。

Proof： See Appendix I. We proving that $\frac{\partial \beta^*}{\partial a} > 0$；and Eq. (11) if $\frac{\partial \beta^*}{\partial a} > 1$,then $\frac{\partial p^*}{\partial a} < 0$

由上述推論一及(11)式 $\frac{\partial \beta^*}{\partial a} > 1$，最佳價格 p^* 必須滿足下列不等式：

$$\frac{c+w}{2} + \frac{aw}{bm} - \frac{w\sqrt{b^2m^2\left(1-c/w\right)^2 + 4a^2}}{2bm} > p^* > \frac{c+w}{2} - \frac{aw}{bm}$$

由(17)式，模式最佳價格 p^* 必須滿足不等式 $p^* < \frac{w+c}{2}$。故滿足模式最佳價格 p^* 之條件，必須是 $p^* > \frac{c+w}{2} - \frac{aw}{bm}$。本文定義：$\frac{c+w}{2} - \frac{aw}{bm}$ 為影響創新者購買新產品意願的"價格臨界值"。

3.2 參數 b 變動對最佳價格 p^*(或購買率的上限 β^*)的影響效果

假設除參數 b 增加為 $b+\Delta$ 外，其他參數皆維持不變，來探討參數 b 對最佳價格 p^*(或購買率的上限 β^*)的影響關係，如下：

Proposition 2、$\frac{\partial \beta^*}{\partial b} > \frac{\beta^* - a}{b}$，且 $\frac{\partial p^*}{\partial b} < 0$。

Proof： See Appendix II. We proving that $\frac{\partial \beta^*}{\partial b} > 0$；and Eq. (11) if $\frac{\partial \beta^*}{\partial b} > \frac{\beta^* - a}{b}$,

then $\frac{\partial p^*}{\partial b} < 0$

3.3 參數 m 變動對最佳價格 p^*(或購買率的上限 β^*)的影響效果

假設除參數 m 增加為 $m+\Delta$ 外，其他參數皆維持不變，來探討參數 m 對最佳價格 p^*(或購買率的上限 β^*)的影響關係，如下：

Proposition 3、$\frac{\partial \beta^*}{\partial m} > 0 \frac{\beta^* - a}{m}$，且 $\frac{\partial p^*}{\partial m} < 0$。

Proof： See Appendix III. We proving that $\frac{\partial \beta^*}{\partial m} > 0$；and Eq. (11) if $\frac{\partial \beta^*}{\partial m} > \frac{\beta^* - a}{m}$,

then $\frac{\partial p^*}{\partial m} < 0$

3.4 機率函數 $f_{\overline{p}}$ 變動對最佳價格 p^*(或購買率的上限 β^*)的影響效果

由(2)式 $D(p) = 1 - \frac{p}{w}$，在其他參數皆維持不變下，當參數 w 增加為 $w+\Delta$，將使得 $D_w(p) < D_{w+\Delta}(p)$。因此本文將以參數 w 增加為 $w+\Delta$，來表示機率函數 $D_w(p)$ 增加成為機率函數 $D_{w+\Delta}(p)$ 之情形，(其中 w 增加代表產品功能增加，產品功能的增加使消費者的保留價格增加，因而提高購買意願致使 $D_w(p)$ 提高)。

Proposition 4、若 $\beta^* < \frac{bm}{2} + a$ ，則 $\frac{\partial \beta^*}{\partial w} > 0$ ，且 $\frac{\partial p^*}{\partial w} < 0$ 。

Proof： See Appendix IV. We proving that $\frac{\partial \beta^*}{\partial m} > 0$ ；and Eq.(11) if $\frac{\partial \beta^*}{\partial m} > \frac{\beta^* - a}{m}$,

then $\frac{\partial p^*}{\partial m} < 0$

由上述推論 4 及(11)式得到： $p^* > \frac{w}{2}$ ，則 $\frac{\partial p^*}{\partial w} < 0$ 。

4.7 模式各參數對達到利潤最大的時間點 $\bar{t}$ 的影響效果

定義單日利潤最大的時間點 $\bar{t}$ 為： $(p-c)x'_{p^*}(\bar{t})e^{-r\bar{t}} = \underset{t}{Max}(p-c)x'_{p^*}(t)e^{-rt}$ ，解

$\frac{\partial}{\partial t}\left((p-c)x'_{p^*}(t)e^{-rt}\right) = 0$ ，得到：

$$\bar{t} = \frac{1}{\beta^*}\ln\frac{(\beta^* - r)(\beta^* - a)}{a(\beta^* + r)} \tag{18}$$

(18)式中，$\bar{t} > 0$ 的必要條件為 $\frac{(\beta^* - r)(\beta^* - a)}{a(\beta^* + r)} > 1$，即 $\beta^* > 2a + r$ 條件下，對 $\forall \beta^* > 0$ ，都使分子大於分母，故當其他參數維持不變， β^* 增加使 $\bar{t}$ 減少，即

$$\frac{\partial \bar{t}}{\partial \beta^*} < 0 \tag{19}$$

由(11)、(19)可得「最佳解 $\bar{t}$ 隨最適價格 p^* 增加而增加」，即 $\frac{\partial \bar{t}}{\partial p^*} > 0$ (20)

由(20)式顯示新產品的價格 p^* 愈高，新產品的擴散速度愈慢，因而延遲達到單日利潤最大的時間點 $\bar{t}_{p^*}$。利用這特性來討論新產品的專利保護期限與廠商利潤的關係：

(1)、當新產品的專利保護期限 T ，大於單日利潤最大的時間點 $\bar{t}_{p^*}$ ，即 $T > \bar{t}_{p^*}$ 時，廠商調高新產品售價，將可獲得更高利潤。

(2)、當新產品的專利保護期限 T ，等於單日利潤最大的時間點 $\bar{t}_{p^*}$ ，即 $T = \bar{t}_{p^*}$ 時，維持新產品售價，就可獲得高的利潤。

(3)、當新產品的專利保護期限 T ，小於單日利潤最大的時間點 $\bar{t}_{p^*}$ ，即 $T < \bar{t}_{p^*}$ 時，廠商必須調低新產品售價，才能獲得更高利潤。

4、Conclusions and Research Limits：

在專利保護期間之新產品，廠商如何運用策略加速新產品在市場上擴散，是

廠商營運上重要課題。本研究結合創新產品之擴散理論與需求理論，將「廠商如何透過售價 p 影響新產品各時點銷售資訊的擴散及其利潤之回收」，建立具體討論的數學模式。在理論上，對於經濟學中消費者需求理論之研究，提供另一思考方向，期使需求理論更貼切於實務上之應用；在實務上，提供廠商上市創新產品時，了解新產品上市過程中，影響因素與預期結果間的因果關係，期使廠商制定合適的價格策略。本文之貢獻如下：首先，本文將擴散理論融入需求理論中，建立「新產品之***需求機率函數***」，描述新產品銷售資訊在市場上擴散期間，因各時間點知曉產品資訊群眾皆不同，故新產品在各時間點之需要函數亦皆相異，而***需要機率函數***表示獲悉新產品資訊之群眾，在價格水準 p 之下，願意購買此產品之機率為 $f(p)$。在特定價格 p 下，廠商之行銷策略讓消費者對產品之知曉及興趣，消費者會依據所獲得之產品資訊形成保留價格(注意)，當保留價格大於 actual price 時才會購買，故需要曲線可解釋為，任一 t 時點知曉產品資訊的人數，其保留價格所構成之分配。其次，由模式求解廠商最適價格 p^*，模式中包括五個影響最適訂價 p^* 之參數-創新系數、模仿系數、市場潛量、消費者忍受最高價格與新產品之專利保護期間，提供廠商上市創新產品時，能依據創新產品資訊在市場上擴散情況，採取因應之訂價與行銷策略。第三，模式參數之最佳解所顯示之經濟意涵與管理意涵為：(1) 價格對創新者採用之影響，本文與先前學者之研究不同，本文提供一個創新者可接受價格的緯度(a latitude of price acceptance；i.e., a region of price insensitivity) 供經營者參考。

即新產品定價超過價格臨界值(upper price thresholds) $\dfrac{c+w}{2}-\dfrac{aw}{bm}$ 時，將影響因創新動機而購買新產品之消費者的意願。(2) 廠商對新產品採高訂價策略時，將降低因模仿動機而購買新產品之消費者的意願。(3) 廠商對新產品採低訂價策略時，會形成新產品大的潛在市場。(4) *當廠商增加新產品的功能，且售價維持不變下，使消費者形成高的保留價格，即增加消費者剩餘*，使產品的需要機率函數往上移動。*在此情況下，任一 t 時間點實際購買新產品的數量 $x'(t)$，接近知曉新產品資訊的潛在需要率 $y'(t)$*。(5) 本文提供新產品銷售利潤最大的時間點 $\bar{t}$，當專

利保護期限大於 $\bar{t}$ 時，可提高售價以增加利潤；當專利保護期限等於 $\bar{t}$ 時，可維持售價；當專利保護期限小於 $\bar{t}$ 時，可降低售價以增加利潤。

本文僅考慮創新產品在專利保護期間之訂價策略，但學者之研究，創新產品會因 learning curve effect of firm, reference price distribution of consumers, and rivalry among competitors 等因素，促使 prices of new products decline over time.未來研究方向，針對不同市場情況，於不同時間點採用不同訂價之「滲透訂價策略」，使廠商長期利潤最大。

References

[1] R. Amit, P.J.H. Schoemaker, Strategic Assets and Organizational Rent. Strategic Management Journal. 14(1): 33-46 (1993).

[2] A.V. Joaqui’n, L.A. Rafael, C.G. Ricardo, Linking Operations Strategy and Product Innovation：an Empirical Study of Spanish Ceramic Tile Producers. Research Policy. 33: 829-839 (2004).

[3] R. Foster, *Innovation：The Attacker’s Advantage.* Summit Books, New York, 1986.

[4] J.M. Utterback, *Mastering Dynamic of Innovation*. Cambridge, MA:HBS Press, 1994.

[5] A. Deardorff, Welfare effects of global patent protection. Economica. 59: 35-51 (1992).

[6] K. Blind, N. Thumm, Interrelation between patenting and standardization strategies: empirical evidence and policy implications. Research Policy. 33:1583-1598 (2004).

[7] R.H. Blundell, R. Griffith, J. Van Reenen, Market Share, Market Value, and Innovation in a panel of British Manufacturing Firms. Review of Economic Studies. 66(3):529-554 (1999).

[8] A.B. Sorescu, R.K. Chandy, J.C. Prabhu, Sources and Financial

Consequences of Radical Innovation：Insights from Pharmaceuticals. Journal of Marketing. 67(October):82-102 (2003).

[9] E.F. Sherry, D.J. Teece, Royalties, Evolving Patent Rights, and the Value of Innovation. Research Policy. 33:179-191 (2004).

[10] M. Reitzig, What determines patent value？ Insights from the semiconductor industry. Research Policy. 32:13-26 (2003).

[11] A. Moore .A.1995. *Inside the Tornado – Marketing Strategies from Silicon Valley's Cutting Edge*. Rye Field Publishing Company, USA, 1995.

[12] D.J. Teece, Profiting from Technological Innovation：Implications for Integration, Collaboration, Licensing, and Public Policy. Research Policy. 15:285-305 (1986).

[13] F.M. Bass, A New Product Growth for Model Consumer Durables. Management Science. 15(5):215-227 (1969).

[14] F.M. Bass, Comments on：A New Product Growth for Model Consumer Durables. Management Science. 50(12):1833-1840 (2004).

[15] G.L. Thompson, J.T. Teng, Optimal Pricing and Advertising Policies for New Product Oligopoly Models. Marketing Science. 3(2):148-168 (1984).

[16] A.R. Rao, The Quality of Price as a Quality Cue. Journal of Marketing Research. XLII (Nov.):401-405 (2005).

[17] A. Gabor, C.W.J. Granger, Price as an Indicator of Quality: Report on an Inquiry. Economica. 46(February):43-70 (1966).

[18] K.B. Monroe, Buyers subjective perceptions of price. Journal of Marketing Research. 10(February):70-80 (1973).

[19] B. Shiv, Z. Carmon, D. Ariely, Placebo Effects of Marketing Actions:

Consumers May Get What They Pay For. Journal of Marketing Research. XLII (November):383-393 (2005).

[20] B. Robinson, C. Lakhani, Dynamic Price Models for New-Product Planning. Management Science. 21(10):1113-1122 (1975).

[21] F.M. Bass, The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations. Journal of Business. 53(July part 2):51-67 (1980).

[22] R.J. Dolan, A.P. Jeuland, Experience Curves and Dynamic Demand Models: Implications for Optimal Pricing Strategies. Journal of Marketing. 45 (Winter):52-62 (1981).

[23] F.M. Bass, A.V. Bultez, A Note on Optimal Strategic Pricing of Technological Innovations. Marketing Science. 1(Fall):371-8 (1982).

[24] S. Kalish, Monopolist Pricing With Dynamic Demand and Production Cost. Marketing Science. 2(Spring):135-160 (1983).

[25] S. Kalish, A new product adoption model with price, advertising, and uncertainty. Management Science. 31(12):1569-1585 (1985).

[26] D. Horsky, A Diffusion Model Incorporating Product Benefits, Price, Income and Information. Marketing Science. 9(4):342-365 (1990).

[27] D.C. Jain, R.C. Rao, Effect of Price on the Demand for Durables： Modeling, Estimation, and Findings. Journal of Business and Economic Statistics. 8(2): 163-170 (1990).

[28] T.W. Valente, *Network Models of the Diffusion of Innovation*. Cresskill, N.J. Hampton Press, 1995.

[29] G. Ellison, Learning, Social Interaction and Co-ordination. Econometrica. 61:1047-1071 (1993).

[30] L. Blume, The Statistical Mechanics of Best-Response Strategy Revision. Games and Economic Behavior. 11:111-145 (1995).

[31] K.B. Monroe, *Pricing：Making Profitable Decisions*. McGraw-Hill

Irwin: New York, 2003.

[32] M.A. Kamins, X. Dreze, V.S. Folkes, Effects of Seller-Supplied Prices on Buyers' Product Evaluations：Reference Prices in an Internet Auction Context. Journal of Consumer Research. 30(3):622-628 (2004).

[33] P.E. Rossi, G.M. Allenby, Bayesian statistics and Marketing. Marketing Science. 22(3):304-328 (2003).

[34] G. Kalyanaram, R.S. Winer, Empirical Generalizations from Reference Price Research. Marketing Science. 14(3 part 2 of 2):G161-169 (1995).

[35] K.N. Rajendran, G. Tellis, Contextual and temporal components of reference price. Journal of Marketing. 58:22-34 (1994).

[36] A.R. Rao, K.B. Monroe, The Moderating Effect of Prior Knowledge on Cue Utilization in Product Evaluations. Journal of Consumer Research. 15 (September):253-264 (1988).

[37] A.R. Rao, W.A. Sieben, The Effect of Prior Knowledge on Price Acceptability and the Type of Information Examined. Journal of Consumer Research. 19(September):256-270 (1992).

[38] A. Kirmani, A.R. Rao, No Pain, No Gain: A Critical Review of the Literature on Signaling Unobservable Product Quality. Journal of Marketing. 64(April):1-12 (2000).

[39] P.N. Golder, G.J. Tellis, Will It Ever Fly？Modeling the Takeoff of Really New Consumer Durables. Marketing Science. 16(3):256-270 (1997).

[40] R. Scitovski, Analysis of a Parameter Identification Problem. Applied Mathematics and Computation. 55:39-55 (1997).

計畫執行成果

執行計劃時，將此活動劃分為二大部分：

1. 第一部份為「專利保護下新產品的最佳定價(Optimal Pricing for Patent Protected New Products)。已被 ***Applied Mathematics and Computation*** 接受，編號：AMC12667。

2. 第二部份為「售價對各時點銷售率之影響- 新產品之擴散模式(Role of Price in Sales Rates Over Time: A Diffusion Model for New Product)」。投稿至 ***Mathematical Social Sciences***，審稿中。

3. 執行成果尚佳，第二篇被接受的機率很高。

計畫之貢獻

1. **建立並定義「*需求機率函數* $f(p)$表示獲悉新產品資訊之群眾，將形成該新產品的潛在消費者，這群潛在消費者在新產品價格水準 p 之下，願意購買新產品之機率為 $f(p)$。**

2. **知曉新產品資訊的潛在消費者，未必全數購買新產品。當知曉新產品資訊，但未購買的潛在消費者非常多時，以市場潛量扣除實際購買者，來做 Bass model 參數的估計，會高估模式參數之數值。本文提出「*市場潛量扣除知曉資訊的群眾*」**

3. **本文之研究結果顯示，當新產品售價超過 $\frac{\bar{p}(1+c)}{2}-\frac{\alpha\,\bar{p}}{2\beta N}$ 這界限時，會影響創新者的購買意願。這是其他學者未提及的。**

4. **當廠商對新產品採低價格策略時，會提高模仿者購買新產品之機率，及增加市場潛量。**

5. **產品功能之改善，會提高消費者保留價格，使需求曲線往右上角移動，增加市場潛量。**

6. **新產品上市初期，產量低、產品設計時常須要改變、生產流程必要保持彈性等，致使營運成本無法節省，加上龐大的研發費用，導致新產品廠商訂定高的產品售價，影響新產品的擴散。**

7. **本文之實證，在 0.01 誤差水準下，得到以下結　果：創新係數 $\alpha_{Bass} > \alpha_{\text{Proposed}}$；模仿係數 $\beta_{\text{Bass}} < \beta_{\text{Proposed}}$;市場潛量 $N_{\text{Bass}} < N_{\text{Proposed}}$。**

8. **定義單日利潤最大的時間點為 $\bar{t}=\frac{1}{A^*}\ln\frac{(A^*-r)(A^*-\alpha)}{\alpha(A^*+r)}$ 。**

9. **當新產品的專利保護期限，大於單日利潤最大的時間點，廠商調高新產品售價;等於時，維持新產品售價;小於時，調降新產品售價，將可獲得更高利潤。**

10. 對於參與之工作人員，預期可獲之訓練：

(1) 參與瞭解計劃進行之步驟。

(2) 了解國內外學者對於此研究議題之研究狀況。

(3) 學習基礎研究的重要。

(4) 訓練哲理邏輯的思維。

(5) 訓練數理能力的推導。