

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫四：協同知識管理系統-策略性定價系統(3/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-029-005-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：東海大學工業工程與經營資訊學系

計畫主持人：張炳騰

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 94 年 9 月 15 日

摘要

本研究蒐集產業競爭資訊，運用相關歷史資料推導各世代市場需求函數；並根據企業知識管理系統相關經驗，將多世代模式訂定出的最適產量，代入賽局理論中探討寡占市場的猜測數量模型，以 Stackelberg 雙占模式為基礎，設定雙方反應函數，訂定出最適競爭價格，與預期供給價格進行比較，選擇合適之定價策略，並將廠商成本結構導入，且將市場線性需求函數改為非線性需求函數，以符合實際市場運作的情況。

其次，本研究以 Norton 與 Bass 以擴散理論模型(Diffusion Theory Model)來解釋高科技產品世代交替的過程，並固定價格與廣告預算數值，以及將價格與廣告預算設為變數以基因演算法加以求解兩種情境，比較多代產品總收益、最佳演化代數與產品上市時間。藉由產品上市時間點的掌握，與上市後獲利性的考量，求取整體產品線收益最大化。並透過價格與廣告策略的操作，加以控制各代產品的上市與終結時間，而非被動的等待市場飽和，則在第一代產品上市之初，就可據以擬定多世代產品整體的銷售計畫，提升企業營收與規劃層次。

本研究中以 DRAM 進行實証，結果顯示線性表達內外部影響的模式，較適用在日常用品類的產品，這類產品代數毋須多，但可藉由大量的廣告刺激，以達到整體收益最大；而指數表達的模式偏向適用於科技類或運輸工具類產品，其代數與整體收益無明顯相關，行銷重點在於功能改善、改款之部份；未來企業可視本身產品屬性擇一模式導入。

關鍵字：擴散模型、雙占市場結構、Stackelberg 模型、多世代產品定價

Abstract

Our research searches industry's competitive information and utilizes relevant historical data to infer the market demand function of each generation. According to experiences of enterprise knowledge management system, we utilize multi-generation model to decide the fittest volume and to confer the speculated quantity model of oligopoly market for the Game Theory. On the basis of the Stackelberg duopoly model, we consider the enterprise dynamic competitive behaviors to setup the mutual reaction function and to decide the fittest competitive price, comparing with the predictive supply price to choose the fittest pricing strategy. In order to conform to the practical market situation, we combine with the industry's cost structure and revise the market linear demand function to non-linear one.

Furthermore, utilizing the Multi-Generation Diffusion Model of the Norton and Bass to explain the technological products take the place of multi-generation models of spreading. We not only fix the product price and the advertisement budget values but also view both of them as variables to solve the both situations by means of genetic algorithms, comparing the multi-generation product's total revenue, the best evolutionary generations, and the time to market. By way of controlling the timing of product to market and considering the profit, the findings will not only facilitate a better understanding on corporation's strategies and the relationship between multi-generation product's spreading process and its life cycle but also maximize its overall profit.

Keywords: Diffusion Model, Duopoly Market, Multi-generation Product Pricing, Stackelberg Model.

第一章 緒論

1.1 前言

多樣化產品的供應與競爭，一般有兩種情形：一、同業間產品競爭；二、不同世代商品新舊之爭。但一項新產品的出現並非立刻達到其銷售的顛峰，而是一個逐漸擴散的過程。新一代產品藉著增強新應用與功能，擴大原有產品市場潛量，並替代舊產品使用者。

本研究蒐集產業競爭資訊，運用相關歷史資料推導各世代市場需求函數；並帶入賽局理論中探討寡占市場的猜測數量模型，以 Stackelberg 雙占模式為基礎，並將廠商成本結構導入，且將市場線性需求函數改為非線性需求函數，以符合實際市場運作的情況。

其次，以 Norton 與 Bass 以擴散理論模型(Diffusion Theory Model)來解釋高科技產品世代交替的過程，並固定價格與廣告預算數值，以及將價格與廣告預算設為變數以基因演算法加以求解等兩種情境，比較多代產品總收益、最佳演化代數與產品上市時間。藉由產品上市時間點的掌握，與上市後獲利性的考量，求取整體產品線收益最大化，以適切表達企業競爭策略與產品生命週期 Levitt(1995)對於多世代產品擴散過程的影響。

1.2 研究目的

近年來從 Bass 擴散模式不斷發展及統計領域引進各種高效度分析方法，甚或將消費者行為從可觀察變數推估，若再加入足以影響銷售的重要變數，預測模式準確度將更趨於穩定。

再者，寡占市場的特性中，廠商間的互動關係不但影響個別利潤甚鉅，且為錯綜複雜的動態競爭，因而運用賽局理論來探討廠商間的策略互動行為。以下為本研究目的：

1. 運用 Stackelberg 競爭模型為基礎，將市場需求與競爭對手反應納入考量，以符合實際市場運作情況，在競爭與合作策略下，擬訂最適互動策略，使雙廠商的總利潤極大化。
2. 依不同生命週期位階給定不同市場定價與廣告預算，並以基因演算法 Goldberg(1989)、Michalewicz(1994)加以求解等兩種情境，比較多代產品總收益。
3. 探討不同價格及廣告策略 Horsky and Simon (1983)對於擴散過程的影響，據以擬定個別世代產品與上市時間點。
4. 藉由直線及指數等兩種型態模式化外部影響(External Influence; p)、與內部影響(Internal Influence; q)，觀察產品擴散過程的差異。
5. 模式中的參數，本研究使用非線性最小平方方法提供一套參數估計程序，未來即使在原始資料型態改變的情況下，仍可以利用該估計程序得到最佳的參數設定值。

1.3 研究方法

1. 實證產品介紹—新興市場的崛起，擴大 DRAM 需求

DRAM 為動態隨機存取記憶體 (Dynamic Random Access Memory) 的簡稱。在 DRAM 晶圓廠，例如茂矽、華邦、力晶、南科陸續興起後，台灣記憶體模組產業也隨著半導體產業群聚、縮短供貨時間等因素開始漸漸發展。

過去以來，DRAM 一直以歐美地區市場為主，佔全球需求六成以上的水準，但近年以來，受中國大陸地區經濟快速發展的激勵，亞洲地區對 DRAM 的需求大幅提昇，頗有取代歐美地區成為 DRAM 最重要市場的趨勢。

2. 多世代產品定價

新舊產品間多少存在替代關係 Fisher and Pry(1971)，對消費者而言在同樣價格下，新產品必較受青睞，且新產品具有向下相容特性，銷售商品的性質影響製造商對其產品推陳出新的頻率，故多世代產品的定價策略就顯得格外重要，不但應考量世代產品間的替代行為，用以預測多代產品銷售量，更應將產品生命週期納入，依不同的生命週期位階給定不同的市場定價，比較多代產品的總收益。並在新一代產品的研發成本、單位變動成本等獲

利性考量下，決定下一世代產品的推出是否有利可圖，並擬出該產品的最佳演化世代數。

3. 研究模型建立

本研究運用德信綜合證券 2004 年 12 月 DRAM 產業專題報告中，有關 DRAM 價格趨勢、全球 DRAM 供需概況及國內 DRAM 廠商現況等資料，利用簡單迴歸推導出 DRAM 的市場需求函數，並透過賽局理論中的寡占模型，考量企業間動態競爭行為，設定雙方反應函數，接續運用 Stackelberg 數量競爭模式估計 Norton and Bass(1987)的科技產品多代擴散模型中的市場潛量，以求取 DRAM 的最適產量與最適定價，以達總利潤極大。

本研究範圍主要在描述單一企業內部的多世代、或者具有多代產品特性的資訊產品之間相互競爭，每代產品最多演化三十個單位時間，最大可持續演化八個世代產品。

(1) 賽局寡占模型

本研究運用 Stackelberg 競爭模型為基礎，其基本假設如下：

- (i) 採行非對稱性(asymmetric)方式分析廠商的預測。
- (ii) 採用 Cournot 的數量設定 Wang (1998)、James and Walker (1998)。
- (iii) 兩家廠商中會有一較精明的廠商(即為領導廠商)，把競爭對手的反應函數，納入自己的利潤函數中作最適產量決策，並掌握競爭對手的策略行為，具有此能力的廠商稱之為領導者。相反的若是仍然視對手廠商數量不變的天真型廠商稱之為跟隨者。

為方便問題的分析，本研究進一步假定所分析的產業中只有兩家廠商，僅探討同質雙占廠商為對象，至於三個廠商及更多以上廠商等等，皆非本文所欲探討之課題。除遵循 Stackelberg 模型基本假設外，本研究另假設條件如下：

假設1、自身生產成本不為零，生產成本包含固定成本及變動成本。

假設2、市場需求函數為線性確定性模式，在特定產量下對應一個最適價格。

假設3、產業內僅有兩大廠商，兩大廠商皆視對方為領導者，視自己為跟隨者，其他廠商的產量很少不影響整體市場的運作，可省略不計。

假設4、廠商生產同質性產品，假設二家廠商的成本相同，故在賽局競爭計算時不列入考慮。

假設5、數量猜測變量(conjectural variation)為零，假設 $\frac{\partial q_1}{\partial q_2} = \frac{\partial q_2}{\partial q_1} = 0$ 。

假設6、廠商市場定位區有兩種，分別為領導者與跟隨者，可能會採取領導策略及跟隨策略。

(2) 建立擴散模型

(i) 設立目標函數

求對多代產品整體收益最大化，非單一世代收益最大。產品價格將影響消費者對產品需求，及決定公司銷貨收入，再扣除生產所需花費的成本與研發成本、廣告支出後，即為公司銷售產品所獲得的利潤。貢獻收益=(售價×數量)-(固定成本+變動成本+廣告預算)。

$$Z = \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} P_{is} \times n_{ist} - \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} RD_i + A_{is} + C_{ist} \times n_{ist}$$

(ii) 參數設定

n_{ist}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 s，時間點 t 時的銷售量。
p_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 s 的外部影響。
q_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 s 的內部影響。
p_0	: 市場的外部影響初始值。
q_0	: 市場的內部影響初始值。
Ad_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 s 時的廣告預算。
Pc_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 s 時的價格。

Ar_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 S 時的廣告預算比例。
Pr_{is}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 S 時的價格比例。
a	: 外部影響對於廣告預算的敏感係數。
b	: 外部影響對於價格的敏感係數。
c	: 內部影響對於廣告預算的敏感係數。
d	: 內部影響對於價格的敏感係數。
F_{ist}	: 世代 i 產品，於生命週期位階 S ，時間點 t 時的累積採用機率。
m_i	: 世代 i 產品的市場潛量。
τ_i	: 世代 i 產品的上市時間。
T_s	: 生命週期位階 S 的起始時間。
RD_i	: 世代 i 產品的研發成本。
C_{ist}	: 單位成本。

(iii) 建立擴散模型

A. 模式化外部影響與內部影響

外部內部影響係數是控制整個產品擴散的重要因素，擴散過程依係數大小差異而不同。

- 當 $q > p$ ，即內部影響大於外部影響時，採用人數會先增加然後下降。
- 當 $q \leq p$ ，即外部影響大於內部影響時，採用人數會持續下降。

本文希望藉由適當的定價策略，影響產品擴散過程，壓縮該世代產品完成銷售目標所需花費的銷售時間，並且讓下一代產品能提早進入市場銷售。建立廣告預算增加比例 Ar_{is} 與價差比例 Pr_{is} 如下：

$$Ar_{is} = \frac{A_{is} - A_{i(s-1)}}{A_{i(s-1)}} \quad Pr_{is} = \frac{P_{i(s-1)} - P_{is}}{P_{is}}$$

假設廣告預算增加與降低售價皆能有效增加消費者購買意願，若模式中 p 值越大，則在擴散的過程中會受到大眾傳播(Mass Media Communication)影響而購買產品的消費者比例越高，而 q 值則代表口耳相傳(Word-Of-Mouth)對於消費者購買行為的影響力。本研究的外部影響與內部影響模式化如下：

線性：

$$\text{外部影響模式：} \quad p_{is} = p_0 + k_1 \times Ar_{is} + k_2 \times Pr_{is}$$

$$\text{內部影響模式：} \quad q_{is} = q_0 + k_3 \times Ar_{is} + k_4 \times Pr_{is}$$

指數：

$$\text{外部影響模式：} \quad p_{is} = p_0 \times e^{aAr_{is} + bPr_{is}}$$

$$\text{內部影響模式：} \quad q_{is} = q_0 \times e^{cAr_{is} + dPr_{is}}$$

B. 累積採用機率

因市場混合變數依產品生命週期位階不同分段設定，使原始擴散模型累積採用機率，在階段轉換時間點會造成不連續現象，所以須在求算累積機率時對於時間點 t 作分段積分。

$$dt = \frac{dF}{(p + (q-p)F - qF^2)}$$

$$(-q-p) \int_{T_s}^t dt = dF \left(\frac{q}{-qF-p} + \frac{1}{F-1} \right)$$

$$\text{則 } t \text{ 時間點累積機率為 } F(t) = \frac{1 - pe^{(-q-p)(t-T_s)-c}}{1 + qe^{(-q-p)(t-T_s)-c}}$$

其中 $c = -\ln \frac{1-F(T_s)}{F(T_s)q+p}$, $T_s < t < T_{s+1}$, $F(0)=0$ 。

C. 設定銷售量結構

將原始的 Norton and Bass 多世代擴散模型推廣至八個世代，每代產品持續銷售三十個單位時間，並且以相同的觀察時間比較產品的擴散過程，以決定最適定價、廣告預算、演化代數以及上市時間。

4. 整體模式建立

(1) 直線型態：

$$\max Z = \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} P_{is} \times n_{ist} - \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RD_i + A_{is} + C_{ist} \times n_{ist})$$

$$s.t \quad Ar_{is} = \frac{Ad_{is} - Ad_{i(s-1)}}{Ad_{i(s-1)}} \quad , \quad Pr_{is} = \frac{Pc_{i(s-1)} - Pc_{is}}{Pc_{is}}$$

$$p_{is} = p_0 + k_1 \times Ar_{is} + k_2 \times Pr_{is}$$

$$q_{is} = q_0 + k_3 \times Ar_{is} + k_4 \times Pr_{is}$$

$$F_{ist}(t) = \frac{1 - p_{is} e^{(-q_{is} - p_{is})(t-T_s)+c}}{1 + q_{is} e^{(-q_{is} - p_{is})(t-T_s)+c}} \quad , \quad c = \ln\left(\frac{1-F(T_s)}{F(T_s)q_{is} + p_{is}}\right) \quad , \quad T_s < t < T_{s+1}$$

$$n_{1st} = F_{1st} m_1 (1 - F_{2s(t-2)})$$

$$n_{2st} = F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1) (1 - F_{3s(t-3)})$$

$$n_{3st} = F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1)) (1 - F_{4s(t-4)})$$

$$n_{4st} = F_{4s(t-4)} (m_4 + F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1))) (1 - F_{5s(t-5)})$$

$$n_{5st} = F_{5s(t-5)} (m_5 + F_{4s(t-4)} (m_4 + F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{6s(t-6)})$$

$$n_{6st} = F_{6s(t-6)} (m_6 + F_{5s(t-5)} (m_5 + F_{4s(t-4)} (m_4 + F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{7s(t-7)})$$

$$n_{7st} = F_{7s(t-7)} (m_7 + F_{6s(t-6)} (m_6 + F_{5s(t-5)} (m_5 + F_{4s(t-4)} (m_4 + F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{1s(t-t8)})$$

$$n_{8st} = F_{8s(t-8)} (m_8 + F_{7s(t-7)} (m_7 + F_{6s(t-6)} (m_6 + F_{5s(t-5)} (m_5 + F_{4s(t-4)} (m_4 + F_{3s(t-3)} (m_3 + F_{2s(t-2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{1s(t-t8)}))$$

(2) 指數型態：

$$\max Z = \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} P_{is} \times n_{ist} - \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RD_i + A_{is} + C_{ist} \times n_{ist})$$

$$s.t \quad Ar_{is} = \frac{Ad_{is} - Ad_{i(s-1)}}{Ad_{i(s-1)}} \quad , \quad Pr_{is} = \frac{Pc_{i(s-1)} - Pc_{is}}{Pc_{is}}$$

$$p_{is} = p_0 \times e^{aAr_{is} - bPr_{is}}$$

$$q_{is} = q_0 \times e^{cAr_{is} - dPr_{is}}$$

$$F_{ist}(t) = \frac{1 - p_{is} e^{(-q_{is} - p_{is})(t-T_s)+c}}{1 + q_{is} e^{(-q_{is} - p_{is})(t-T_s)+c}} \quad , \quad c = \ln\left(\frac{1-F(T_s)}{F(T_s)q_{is} + p_{is}}\right) \quad , \quad T_s < t < T_{s+1}$$

$$\begin{aligned}
n_{2st} &= F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1)(1 - F_{3s(t-t3)}) \\
n_{3st} &= F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1))(1 - F_{4s(t-t4)}) \\
n_{4st} &= F_{4s(t-t4)}(m_4 + F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1)))(1 - F_{5s(t-t5)}) \\
n_{5st} &= F_{5s(t-t5)}(m_5 + F_{4s(t-t4)}(m_4 + F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1))))(1 - F_{6s(t-t6)}) \\
n_{6st} &= F_{6s(t-t6)}(m_6 + F_{5s(t-t5)}(m_5 + F_{4s(t-t4)}(m_4 + F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1)))))(1 - F_{7s(t-t7)}) \\
n_{7st} &= F_{7s(t-t7)}(m_7 + F_{6s(t-t6)}(m_6 + F_{5s(t-t5)}(m_5 + F_{4s(t-t4)}(m_4 + F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1)))))))(1 - F_{8s(t-t8)}) \\
n_{8st} &= F_{8s(t-t8)}(m_8 + F_{7s(t-t7)}(m_7 + F_{6s(t-t6)}(m_6 + F_{5s(t-t5)}(m_5 + F_{4s(t-t4)}(m_4 + F_{3s(t-t3)}(m_3 + F_{2s(t-t2)}(m_2 + F_{1st}m_1)))))))(1 - F_{9s(t-t9)})
\end{aligned}$$

1.4 參數估計

在參數估計上，本研究利用非線性最小平方法程序求解。本研究需決定之參數值包括線性模式化外部與內部影響之 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 ，與指數模式化外部與內部影響之 a 、 b 、 c 、 d 。在目標函數的選擇上，以最小化誤差平方總和為本研究參數求解過程之目標函數。也就是期望能使每一時間點之實際銷售量與預測量之差的平方總和降到最低點。當目標函數確定後，接續考量為其限制式。此規劃求解過程中，限制外部影響 p_{is} 值小於等於 1 且大於等於 0，內部影響 q_{is} 小於等於 2 大於等於 0。規劃求解方程式如下所示：

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & \sum_{i=1}^1 \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} [(RS_{ist} - (N_{ist} - N_{ist-1}))^2] \\
\text{Subject to} \quad & 0 \leq p_{is} \leq 1 \quad 0 \leq q_{is} \leq 2
\end{aligned}$$

其中 $N_{ist} - N_{ist-1}$ ：時間點 t 之預測量， $RS(t)$ ：時間點 t 之實際銷售量。

本研究以 Excel 2003 為規劃求解工具，求出最佳 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 與 a 、 b 、 c 、 d 及最佳目標函數值。

1.5 統計分析

根據上述發展之預測模式，以實際銷售量數據來測試模式之準確性。利用統計分析求判定係數 (R^2)，判斷模式的配適度。判定係數 (R^2) 公式如下。

$$\begin{aligned}
\text{總變異} \quad SST &= \sum_{i=1}^1 \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RS_{ist} - \overline{RS})^2 \\
\text{隨機變異} \quad SSE &= \sum_{i=1}^1 \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RS_{ist} - n_{ist})^2 \\
\text{判定係數} \quad R^2 &= \frac{(SST - SSE)}{SST}
\end{aligned}$$

其中

- SST ：總誤差平方和
- SSE ：模式之誤差平方和
- RS_{ist} ：時間點 t 實際銷售量
- n_{ist} ：時間點 t 之預測銷售量
- \overline{RS} ：實際銷售量之平均值

第二章 文獻探討

2.1 賽局理論—雙占市場、動態賽局

Gian and Michael(2001)在非線性雙占 Cournot 賽局觀念下，探討均衡選擇最適期望問題，並建構數學模型，藉由一範例獲得重要的曲線圖，然後再進行分析最後得到具體的結

論。Sang-Seung(1999)以 Cournot 寡占理論探討市場結構與獎勵發明之議題，研究發現將部分研發投資成本轉移到開發新產品的誘因上效果良好。Xing and Wu(2001)以 Stackelberg 賽局理論解決二階段最佳化問題，利用演算法求得最適解，並經由範例獲得驗證。

動態賽局建立在參賽者是屬於「有限理性」的前提假設下，期能以較合理的方式，建構接近現實世界的賽局。動態賽局模型的建立必須符合演進賽局的限制，基本假設如下：

- (1) 必須有一大群相似的參賽者，如市場上廣大的消費者、為數眾多的廠商。
- (2) 參賽者皆為有限理性參賽者只能針對現有資訊作出目前最適的策略。

2.2 擴散模型 (Diffusion Model)

擴散理論之研究已經有很長的一段歷程，很多的新產品銷售預測模型的理論基礎是來自於擴散理論。但早期多為社會學、傳染病學、生物學及生態學領域。直到 1960 年代，擴散理論在行銷學領域才逐漸被廣泛的運用。然而，在行銷領域中最有名的首次購買擴散模型，是 1960 年由 Fourt and Woodlock 及 1961 年由 Mansfield 所提出的擴散模型。Bass(1969)所提出的擴散模型為行銷學上擴散研究的最主要啟蒙者，融合了 Fourt and Woodlock(1960)與 Mansfield(1961)所提出的兩種模型。Bass 模型最主要的用途即在於發展產品生命週期曲線，並且提供預測新產品首次購買的銷售量。

2.3 多代擴散模型

從文獻中可以發現自 1969 年 BASS 提出單一產品的擴散模型後，相關的研究從擴散行為的描述、考量市場混合變數、參數估計、到個人層級因素的考量，可以說是已趨近完備，而且有許多實證研究的支持。但是以現今資訊產品具有單一產品多個世代的特性，原始的擴散模型並無法描述世代間產品的替代效果。Norton and Bass(1987)首度提出科技產品多代擴散模型，考量世代間產品的替代情況以預估單一產品個別世代的銷售量。並以 DRAM 與 SRAM 從 1974 到 1984 年間的實際銷售數據作為實證。

2.4 參數模式化

傳統的擴散模式往往只考慮到需求面(Demand Site)，然而供應面(Supply Site)的考量卻也是發展模式時需考慮的重點之一。能兼具需求面及供應面的結合才能真正因應市場的變動。因此市場混合變數(Marketing Mix Variable)如產品價格、廣告及績效等、已變成近年來學者發展模式時考量的重點因素。而近年來相關模式的發展已逐漸朝向將 Bass Model 的參數(p, q, m) 利用相關的變數以函數(Function)型態來表達。如此，擴散模式才能真正包含市場策略。

第三章 模式實證

1. 市場需求函數推估結果

本研究採用一般簡單直線型之市場需求函數，運用德信綜合證券 2004 年 12 月 DRAM 產業專題報告中之相關歷史資料推導各世代之市場需求函數；

- (1) 根據統計數字：1996~2002 平均成長率 65%，2002~2003 成長率為 55%。
- (2) 2003 全球 DRAM 數量為 29.33 (億顆)，若以 2003 年九月份來推算台灣整體 DRAM 佔全球的百分比得 2003 台灣整體 DRAM 需求量為 5.23×10^9 (顆)，同理推估台灣 1996~2003 年的 DRAM 年需求量與各季需求量，如表 1。

表 1 1996-2003 年台灣 DRAM 年需求量與各季 DRAM 需求量

YEAR	年需求量 (單位： 10^9 顆)	季需求量 (單位： 10^9 顆)			
		Q1	Q2	Q3	Q4
1996	0.17	0.0255	0.0170	0.0595	0.0680
1997	0.28	0.0420	0.0280	0.0980	0.1120

1998	0.45	0.0675	0.0450	0.1575	0.1800
1999	0.75	0.1125	0.0750	0.2625	0.3000
2000	1.24	0.1860	0.1240	0.4340	0.4960
2001	2.04	0.3060	0.2040	0.7140	0.8160
2002	3.37	0.5055	0.3370	1.1795	1.3480
2003	5.23	0.7845	0.5230	1.8305	2.0920

資料來源：本研究整理

假設各年的 DRAM 初始價格為 2,700 元，依照德信綜合證券 2004 年 12 月 DRAM 產業專題報告，參考 1996-2003 年 DRAM 價格趨勢計算如下：（非實際價格）

表 2 1996-2003 年台灣各季 DRAM 價格

YEAR	價格（單位：元）			
	Q1	Q2	Q3	Q4
1996	2273	2103	2427	2519
1997	2700	2295	1962	1982
1998	1636	1019	502	455
1999	1655	1713	2069	1351
2000	2789	2215	2146	3079
2001	1933	1434	1172	1363
2002	2144	2356	1970	1359
2003	2020	1095	648	548

資料來源：本研究整理

以 1996-2003 年推估八個世代的市場需求函數如表 4。

表 3 八個世代的市場需求函數

世代	需求量
1	$P = 2031 + (+7.0 * 10^{-6})Q$
2	$P = 2699 + (-6.6 * 10^{-6})Q$
3	$P = 1665 + (-6.8 * 10^{-6})Q$
4	$P = 1747 + (+2.6 * 10^{-7})Q$
5	$P = 2306 + (+8.1 * 10^{-7})Q$
6	$P = 1809 + (-6.5 * 10^{-7})Q$
7	$P = 2599 + (-7.6 * 10^{-7})Q$
8	$P = 1921 + (-6.4 * 10^{-7})Q$

資料來源：本研究整理

依表述推估的各世代市場需求函數，計算出八個世代企業本身反應函數。反應函數之基本形式為 $Q_b = (a - b * Q_a) / (2 * b)$ 。

表 4 企業本身八個世代之反應函數

世代	反應函數	世代	反應函數
1	$Q_b = -145071429 - 0.5 * Q_a$	5	$Q_b = -1423456790 - 0.5 * Q_a$
2	$Q_b = -1709868421 - 0.5 * Q_a$	6	$Q_b = -1330147058 - 0.5 * Q_a$
3	$Q_b = -122426471 - 0.5 * Q_a$	7	$Q_b = -1709868421 - 0.5 * Q_a$
4	$Q_b = -3359615385 - 0.5 * Q_a$	8	$Q_b = -1500781250 - 0.5 * Q_a$

資料來源：本研究整理

2. 參數估計結果

首先以前一章所建立的非線性最小平方法(Nonlinear Least Squares)程序，作 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 與 a 、 b 、 c 、 d 的參數估計，使用工具為 Excel 2003。並以判定係數(Coefficient of Determination)衡量整體模式的解釋能力，結果如下表。

表 5 線性模式化外部影響與內部影響參數估計表

參數值	$a=0.006550$	$b=0.004456$	$c=0.071056$	$d=0.363712$
SST	$4.69547E+14$	SSE	$7.50342E+13$	
SSR	$3.94513E+14$	R^2	0.840198987	

表 6 指數模式化外部影響與內部影響參數估計表

參數值	$a=0.288174$	$b=0.024217$	$c=0.058463$	$d=0.235468$
SST	$4.69547E+14$	SSE	$4.46274E+13$	
SSR	$4.2492E+14$	R^2	0.904956608	

3. 求解最佳演化代數與產品上市時間

在模式中除了相對價差與廣告預算支出比例會影響多代產品的擴散過程外，上市時間也決定了整體產品線收益；本節模式化外部與內部影響的形式，就固定價格與廣告支出變化軌跡(以首期價格為基礎，折扣分別依 DRAM 近十年來的價格變化，廣告預算降幅分別為 20%、15%、10%)，以基因演算法求解的情形下，比較企業整體收益、總演化代數與產品上市時間。

(1) 線性模式

表 7 線性模式之參數設定

$p_{is} = p_0 + k_1 * Ar_{is} + k_2 * Pr_{is}$		$q_{is} = q_0 + k_3 * Ar_{is} + k_4 * Pr_{is}$			
$p_0=0.03$	$q_0=0.15$	$a=0.006550$	$b=0.004456$	$c=0.071056$	$d=0.363712$

表 8 線性模式以基因演算法求解結果

整體收益	18552309170931		最佳代數	L=7				
第一代價格	1523	1139	618	366	309			
第一代廣告	468150	272588	220389	407465	413549			
第二代價格	1949	1548	1701	1422	981			
第二代廣告	196325	306083	222556	483493	369117			
第三代價格	1249	894	663	542	630			
第三代廣告	220506	492079	429832	350720	144020			
第四代價格	1310	1354	1074	1041	1494			
第四代廣告	423745	166146	279350	359526	251833			
第五代價格	1730	1060	1097	1326	866			
第五代廣告	115324	446175	421527	422834	252630			
第六代價格	1377	834	520	256	232			
第六代廣告	342284	156686	214944	201228	154886			
第七代價格	1949	1949	1657	1416	1431			
第七代廣告	473426	195366	275037	175971	206278			
第八代價格	1441	1213	1122	1295	1344			
第八代廣告	416659	354259	41071	212036	464774			
	世代一	世代二	世代三	世代四	世代五	世代六	世代七	世代八
上市時間	1	3	8	10	13	15	18	22

(2) 指數模式

表 9 指數模式之參數設定

$p_{is} = p_0 * e^{aAr_{is} + bPr_{is}}$		$q_{is} = q_0 * e^{cAr_{is} + dPr_{is}}$			
$p_0=0.03$	$q_0=0.15$	$a=0.288174$	$b=0.024217$	$c=0.058463$	$d=0.235468$

表 1 指數模式以基因演算法求解結果

第四章 結果與討論

在本研究中，由上述模式實證得知，除了可大幅簡化行銷作業流程外，重要貢獻在於，

企業可依照產品實際市場需求曲線及對手的競爭情形與銷售狀況，動態調整自身的策略。重要結論如下：

1. 簡化定價與廣告等行銷策略決策

本研究以產品生命周期為切入點，將外部影響及內部影響依導入期、成長期、成熟期、衰退期等四個階段的世代商品銷售對象，以及所處生命周期位階的價格，及廣告預算的相對價差而變動，在顧及產品實際銷售狀況下，簡化行銷決策流程。

2. 產品上市時機的掌握與獲利性考量

本研究經由基因演算法求解產品上市時間與最大演化代數，並結合市場行銷策略的最佳化過程，透過價格與廣告策略的操作，加以控制各代產品的上市與終結時間，而非被動的等待市場飽和，則在第一代產品上市之初，就可據以擬定多世代產品整體的銷售計畫，希望可以提供為管理者在面對類似的規劃問題時的分析工具。

參考文獻

1. Bass, Frank M., "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, 15 (January), 1969, 215-227
2. Fisher, J. C. and R. H. Pry, "A Simple Substitution Model of Technological Change", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 3, pp.75-88, 1971.
3. Fourt, L. A. and J. W. Woodlock, "Early Prediction of Market Success for Grocery Products", *Journal of Marketing*, vol. 25, pp.31-38, 1960.
4. Gian, I.B., and Kopel, M., "Equilibrium selection in a nonlinear duopoly game with adaptive expectations," *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol.46, (2001), pp.73-100.
5. Goldberg, D.E., "*Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*", Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
6. Horsky, Dan and Leonard S. Simon, "Advertising and the Diffusion of New Products", *Marketing Science*, vol.2, pp.1-17, 1983.
7. James, C., and Walker, M., "Learning to play Cournot duopoly strategies", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol.36, pp.141-161, 1998.
8. Levitt, T., "Exploit the Product Life Cycle", *Harvard Business Review*, Nov.-Dec., pp.81-94, 1995.
9. Mansfield, E. F. (1961), "Technical Change and the Rate of Imitation," *Econometrica*, Vol. 29, pp.741-766.
10. Michalewicz, Z., *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1994.
11. Norton, J. A. and F. M. Bass (1992), "Evolution of Technological Generations: The Law of Capture," *Sloan Management Review*, winter, pp.66-77.
12. Norton, J. A. and F. M. Bass (1987), "A diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High Technology Products," *Management Science*, Vol. 33, pp.1069-1086.
13. Sang-Seng, Y., "Market structure and incentives to innovate: the case of Cournot oligopoly," *Economics Letters*, vol.65, (1999), pp.379-388.
14. Wang, X.H., "Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model", *Economics Letters*, vol.60, pp.55-62, 1998.
15. Xing, W., and Wu F.F., "A game-theoretical model of private power production," *Electrical Power and Energy System*, vol.23, (2001), pp.213-218.