

東 海 大 學

工業工程與經營資訊研究所

碩士論文

應用雙占賽局理論於多世代產品

之定價擴散研究-以 DRAM 產品為例

Application of Duopoly Game Theory to the Pricing of
Diffusion Model for Multi-Generations Products
– DRAM Products as an Example

研 究 生：李瑋珊

指 導 教 授：張炳騰 博士

中 華 民 國 九 十 四 年 六 月

**Application of Duopoly Game Theory to the Pricing of Diffusion
Model for Multi-Generations Products
– DRAM Products as an Example**

By

Wei-Shan Li

Advisor : Dr. Ping Teng Chang

A Thesis

Submitted to the Institute of Industrial Engineering &
Enterprise Information
at Tunghai University

in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

in

Industrial Engineering & Enterprise Information

June 2005

Taichung, Taiwan, Republic of China

應用雙占賽局理論於多世代產品之定價擴散研究

-以 DRAM 產品為例

研究生：李瑋珊

指導教授：張炳騰 博士

東海大學工業工程與經營資訊研究所

摘要

台灣許多產業是與電腦週邊設備、時尚服飾、及電子相關的產品，此類商品具有需求不確定性、銷售季短等特質，強調商品功能或特性尚未改變，卻因過期、過季，不再具有原先的價值，因此當銷售季結束後，只能以較低的價格售出。此種多樣化產品的供應與競爭，一般有兩種情形：第一、同業間的產品競爭；第二、不同世代商品的新舊之爭。儘管如此，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的應用與功能，擴大原有產品之市場潛量，並替代舊產品之使用者。

本研究蒐集產業競爭資訊，運用相關歷史資料推導各世代之市場需求函數；並根據企業知識管理系統中的相關經驗，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，考量企業動態競爭行為，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並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希望可以適切表達企業競爭策略與產品生命週期對於多世代產品擴散過程的影響。

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

Application of Duopoly Game Theory to the Pricing of Diffusion Model for Multi-Generations Products – Dram Products as an Example

Student: Wei-Shan Lee

Advisor: Dr. Ping-Teng Chang

Institute of Industrial Engineering & Enterprise Information
Tung-Hai University

ABSTRACT

In Taiwan, Industries consist mainly in computer peripheral equipments, fashion clothing and electronic products. These kinds of goods share similar characteristics, for example uncertainty, sales season and etc. While the product functions or attributes have not been changed, however due to changes in demand, these products will have to be sold for lower prices as a result. These kinds of variety product's supply and competence, in general, have following two conditions : (1) Product competence in the same industries ; (2) Product competence from different industries. A new emerging product is not intended to achieve a high sales volume; in fact it is intended for a diffusion process. Newer generation products with enhanced applications and functions will utilize market's full potential, hence replacing the older generation products.

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.

誌謝

鳳凰花開，驪歌輕唱，在經歷了許多的挫折與低潮後，很開心自己能走到最後；最要感謝的是我敬愛的指導老師張炳騰教授。

猶記老師在我失意時鼓勵我說，現在放棄了是可以暫時揮別難過，但在十年、二十年後回想起當初未完成的遺憾，會是一輩子的痛！感謝老師對於非本科系出身的我不辭辛勞的教誨、提攜與鼓勵；不僅在學業上給予耐心的指導，每每和我人生想法觀念上的溝通，更是讓我獲益匪淺。

在研究的過程中，由衷感謝口試委員洪堯勳博士、白炳豐博士及陳琨太博士，特別撥冗審閱論文，提供寶貴的意見，使得論文的內容更為完備；感謝同學尊仁、俊嘉、敬淳和文偉，在我幾度想放棄時，給我最大的鼓勵和支持；感謝學長宏武、國禎、國平、志昇和學姐欣怡，在學業及生活上所給予的協助與關心；感謝學弟妹香君、龍廷、國丞、禎祥和鼎翰，於口試期間的幫忙與支持。因為你們，讓我苦悶的研究生生活，多了一份難忘的回憶和感動。

特別要感謝父母親的栽培，姐姐、妹妹和俊維的關懷與照顧，一路陪我渡過最艱難的歲月，使我能在無憂無慮的環境下，順利完成學業；因為有您們，才有今日的我，真心感謝您們！

美麗的東海校園，兩年的學習生涯，點滴在心頭；我永不忘在研究和專案執行期間，與大伙兒一同南北奔波、挑燈夜戰、同甘共苦的日子，有爭執、有歡笑、有淚水，雖然這一路走來很辛苦，卻也讓我收穫甚多，有所成長。

如同校長所說，眼前我們完成了學業，從學校畢業；但在人生的道路上，我們會是永遠的在校生。是的，學無止盡！期許自己在專業、生活智慧上都能於學習中不斷成長與精進。

謹以此論文獻給我最敬愛的父母及所有關愛過我的人，致上最深的謝意。

李瑋珊 謹誌於
東海大學工業工程與經營資訊學系研究所
中華民國九十四年六月

目錄

表目錄.....	IX
圖目錄.....	X
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機與目的.....	2
1.3 研究範圍與假設.....	3
1.4 研究方法與步驟.....	4
1.5 論文架構.....	5
第二章 文獻探討.....	7
2.1 賽局理論.....	7
2.1.1 市場結構.....	8
2.1.2 動態賽局介紹.....	9
2.2 行銷定價策略.....	11
2.2.1 多世代產品定價.....	11
2.2.2 產品生命週期.....	12
2.3 擴散模型 (DIFFUSION MODEL).....	14
2.3.1 貝氏擴散模型 (Bass Diffusion Model).....	14
2.3.2 採用者分類.....	16
2.3.3 參數估計.....	17
2.4 多代擴散模型.....	24
2.5 參數模式化.....	28
2.5.1 市場混合變數.....	28
2.5.2 其他.....	29
2.6 基因演算法之理論與運算.....	30
第三章 研究方法.....	34
3.1 研究模型建立.....	34
3.1.1 賽局寡占模型.....	35
3.1.2 建立擴散模型.....	36
3.2 參數估計(PARAMETER ESTIMATION).....	40
3.3 統計分析.....	42
第四章 數值分析.....	43
4.1 個案情境設定.....	43
4.2 實證產品介紹.....	43
4.3 市場需求函數推估結果.....	45
4.4 參數估計結果.....	49
4.5 求解最佳演化代數與產品上市時間.....	50

第五章 結論與未來研究方向	56
5.1 結論	56
5.2 未來研究方向	57
參考文獻	58

表目錄

表 2.1 市場結構之分類.....	12
表 2.2 產品生命週期—行銷策略.....	13
表 2.3 擴散模型相關研究.....	19
表 2.4 運用 Meta-Analysis 於擴散模型之參數估計.....	21
表 4.1 DRAM 下游應用概況.....	45
表 4.2 近十年來各季 DRAM 價格變化.....	46
表 4.3 1996-2003 年台灣 DRAM 需求量.....	46
表 4.4 1996-2003 年台灣各季 DRAM 需求量.....	47
表 4.5 1996-2003 年台灣各季 DRAM 價格.....	47
表 4.6 八個世代的市場需求函數.....	48
表 4.7 企業本身八個世代之反應函數.....	48
表 4.8 各世代 DRAM 的市場潛量.....	49
表 4.9 線性模式化外部影響與內部影響參數估計表.....	49
表 4.10 指數模式化外部影響與內部影響參數估計表.....	49
表 4.11 線性模式之參數設定.....	50
表 4.12 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 20% 求解結果.....	50
表 4.13 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 15% 求解結果.....	51
表 4.14 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 10% 求解結果.....	51
表 4.15 指數模式之參數設定.....	51
表 4.16 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 20% 求解結果.....	52
表 4.17 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 15% 求解結果.....	52
表 4.18 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 10% 求解結果.....	52
表 4.19 線性模式下將價格與廣告支出設為變數求解結果.....	53
表 4.20 指數模式下將價格與廣告支出設為變數求解結果.....	54

圖目錄

圖 1.1 高科技產品各世代消長變化圖	1
圖 1.2 研究方法	6
圖 2.1 產品生命週期四階段	13
圖 2.2 Roger's 採用者分類	17
圖 2.3 Bass 採用者分類	17
圖 2.4 以功能別分類的多世代產品	27
圖 2.5 基因演算法之運算流程圖	32
圖 3.1 參數設定與擴散過程 ($q > p$)	37
圖 3.2 參數設定與擴散過程 ($q < p$)	37

第一章 緒論

1.1 研究背景

現今的市場環境、消費者偏好，甚至是社會價值系統，變化的速度越來越快。當企業的商品或服務行至不同的產品生命週期階段，或是受到消費者偏好改變的影響，企業需保持動態調整公司資源以適應時時改變的環境。符合顧客需求是企業經營第一重要之課題，其次則是如何將研發出的創新產品，在具有時效性的情勢下，運用規模生產的方式，迅速推廣至全球各個角落。但在此步驟之前，企業及行銷人員最必需的資訊，即是該項產品是否有足夠市場潛量以及其擴散速度是否快速。

再者，科技商品基於技術的演進速度加快，消費者對於產品功能性需求層次的提高，與年輕族群的消費者對於品牌忠誠度普降低等因素，使得產品的替換速率愈來愈快，生命週期也較以前縮短，造成商品推出的時程與銷售季均大幅縮短，於是科技產品世代間的演進，通常是一種具有較高效能的新世代取代舊世代的過程。

隨著時間的演進，舊產品最後會在市場上消失，市場會逐漸變成新產品的天下，此過程將會一直循環（如圖1.1）；因而多世代商品的銷售逐漸成為近幾年學者在產品擴散模型上的研究重點。

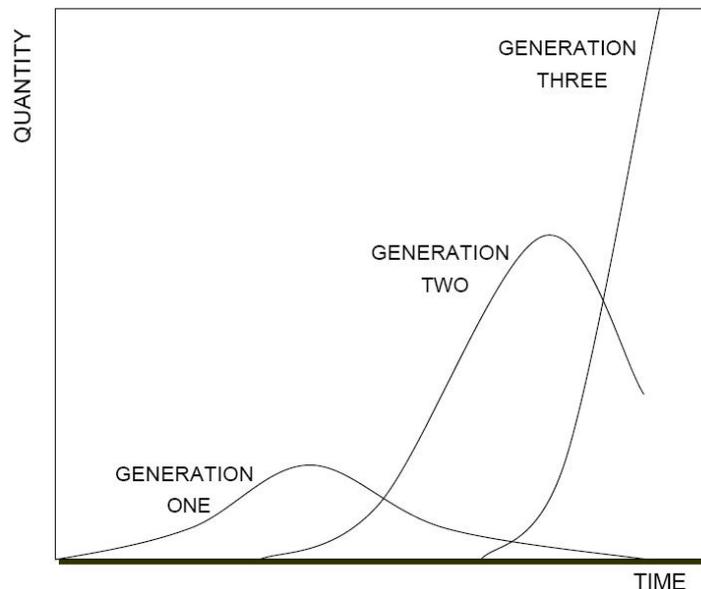


圖 1.1 高科技產品各世代消長變化圖

就不同世代商品的競爭而言，行銷策略的應用是最常用的方式，因為管理者認為定價策略與廣告策略可以快速而有效的控制產品的銷售過程。所以無論在實體市場或是虛擬市場中，就世代商品之爭而言，因為下一代新產品、新科技的開發，使得新一代科技與舊科技商品產生競爭，所以價格與廣告策略就成為多世代商品擴散過程中重要的分析工具。

1.2 研究動機與目的

在過去，受限於多種不可量化的外部環境因素，銷售量預測的科學關係不易確立。然而近年來從Bass 擴散模式不斷發展及統計的領域引進了各種高效度的分析方法，甚或是將消費者的行為從可觀察的變數推估，若再加入足以影響銷售的各種重要變數，預測模式之準確度將更趨於穩定。

Norton and Bass(1987)首度提出科技產品多代擴散模型，並考量世代產品間的替代行為，用以預測多代產品銷售量。但是在參數的考量上仍沿用固定的常數，無法表達市場的不確定性與本身的競爭策略。本研究以產品生命週期為切入點，將參數以市場混合變數的函數型態表示，希望能在產品的擴散過程中，適當表達價格與廣告對於各世代產品銷售量，以及產品線整體收益的影響。

再者，應用經濟分析的方法可提高資源使用的效率及提升決策的品質，促使個體經濟學中的寡占市場理論模型廣泛地運用在國際貿易及企業經營管理上。寡占市場的特性，造成市場上只有少數幾家廠商間之競爭，自身在擬訂決策時必須先作評估，同時考慮競爭對手的反應後再思考最適策略，導致廠商之間的策略互動行為依賴程度很高，競爭對手的策略反應往往會影響自身的利潤。正因廠商間的互動關係不但影響個別利潤甚鉅，且亦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的反應納入考量，以符合實際市場運作的情況，在競爭與合作策略下，擬訂最適互動策略，使得雙廠商的總利潤極大化。

2. 依導入期、成長期、成熟期、衰退期等不同的生命週期位階給定不同的市場定價與廣告預算，與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。
3. 探討不同的價格及廣告策略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. 對於模式中必要的參數，本研究使用非線性最小平方法(Nonlinear Least Squares)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 研究範圍與假設

本研究運用賽局理論，以Stackelberg 模型為基礎，透過數量競爭模型估計市場潛量，藉由多代擴散模型，以擬出產品的演化代數與上市時間點。

關於Stackelberg 模型基本假設如下：

1. 市場價格由市場總產量決定。
2. 廠商採用數量競爭模式。
3. 每個廠商可選擇成為領導者 (leader) 或跟隨者 (follower)，其中跟隨者依對手之產量而決定自身產量，而領導者則假定對手為跟隨者，並進而利用此一訊息決定自身產量。

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。

本研究另假設條件如下：

假設1、所分析的產業中只有兩個廠商，即所謂的雙占 (duopoly) 市場結構，

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2、廠商市場定位區分為兩種，分別為一領導者，二為跟隨者，廠商可能

會採取領導策略及跟隨策略，兩大廠商皆視對方為領導者，視自己為跟隨者。

假設3、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4、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5、廠商生產的產品是同質性，假設二家廠商的成本結構相同，故在賽局競爭計算時不列入考慮。

1.4 研究方法與步驟

本研究運用賽局理論針對雙占廠商結構下，將市場需求因素納入考量，修改 Stackelberg 競爭模型為基礎，試圖將廠商成本結構導入並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，在競爭與合作策略下，擬訂最適互動策略，使得雙廠商的總利潤極大化。

本論文之研究步驟如下：

1. 推導市場需求函數

應用 DRAM 產品價格變化與銷售量的歷史資料，藉由簡單線性迴歸設定參數以推導市場需求函數。

2. 運用賽局理論估計市場潛量

運用 Stackelberg 數量競爭模型為基礎，將市場需求與競爭對手的反應納入考量，以符合實際市場運作的情況。

3. 模式化外部影響與內部影響

將原始貝氏多代擴散模型中的外部影響(External Influence； p)與內部影響(Internal Influence； q)，以價格及廣告預算的函數表達，依照產品所處的生命週期位階與企業競爭策略，給予不同的產品定價與廣告預算。其次，建立直線與指數型態兩種模式化外部影響與內部影響的形式，並就兩種模式對於擴散過程的影響加以分析。

4. 建構多代產品擴散模型

將原來的貝氏多代產品擴散模型推廣至八個世代，並將外部影響與內部影

響等參數模式化，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。

5. 參數估計程序

使用非線性最小平方法(NLP)對於本模式中必要的參數作估計。

6. 擴散過程分析

- (1) 事先擬定市場行銷策略，並且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。
- (2) 測試不同的定價策略與廣告預算支出，觀察價格與廣告預算在不同的策略下，對於產品擴散過程的影響。
- (3) 以直線與指數兩種型態表達外部影響與內部影響，比較兩種不同型態的表達方式，對於擴散過程的影響。

1.5 論文架構

本研究設定在雙占競爭市場下，以實證產品的歷史資料推導市場需求函數，並運用賽局數量競爭模式估計市場潛量，以探討貝式擴散模型中，當價格隨產品生命週期起伏及廣告預算支出變化如何影響產品擴散過程；而外部因素與內部因素以線性其他的函數型態表達時，對於模式本身所造成的影響。此外討論多世代產品之間，彼此相互競爭時如何擬定個別世代產品的價格、廣告預算以及上市時間以達到企業整體的最大收益；本研究論文架構共分為五個章節，敘述如下。(如圖 1.2)

1. 第一章為緒論，說明本研究之背景與動機、研究目的及簡要敘述研究方法。
2. 第二章為文獻探討，針對過去有關新產品擴散模式、多世代產品，以及賽局雙佔市場議題之文獻進行整理及探討。
3. 第三章為研究方法，運用簡單線性迴歸推導市場需求函數，並以賽局競爭模式估算市場潛量，進而架構本研究提出之參數預測模式及多世代產品擴散模式、參數的評估、策略的改變及未來銷售量之預測，且詳細描述本論文之研究方法為主。

4. 第四章為模式實證，以實際數據來評估本研究發展之模式；求取整體產品線收益最大化、探討擴散影響，比較不同的外部、內部因素函數，以及不同的價格、廣告策略下的最適多代產品發展策略。
5. 最後一章為結論，對本研究之建議及未來之研究方向作一概括描述。

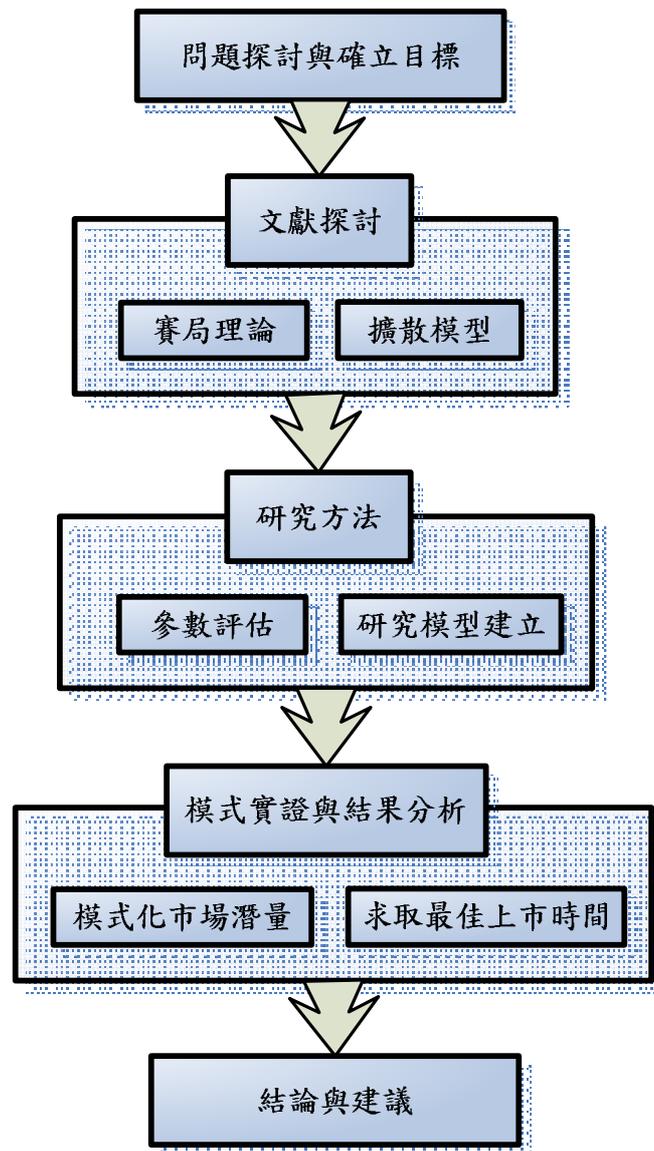


圖 1.2 研究方法

本研究預期達到以下成果：

1. 透過行銷策略影響產品演化過程。
2. 簡化定價與廣告等行銷策略決策。
3. 產品上市時機的掌握與獲利性考量。

第二章 文獻探討

2.1 賽局理論

賽局理論是數學的一個分支，它研究互賴型式的決策形成。它可應用於任何具有下列三個條件的社會情境：(1) 有兩個或兩個以上的決策者，稱為賽局者(player)，每個人有兩個或兩個以上行動方案的選擇，稱為策略(strategy)；(2) 整個結果(outcome)須要是視所有賽局者對策略的選擇而定；(3) 對於各種可能的結果每一個賽局者都有明確的偏好順序(preference)，因此可以對每一個結果的得益(pay-off)給定一個數字以表示這些偏好順序。從下棋、撲克等遊戲，直到許多不被認為是遊戲的各種社會的、經濟的、政治的、和軍事的衝突，都具有此類特性，也因此原則上都可適用於賽局理論的分析。此理論的主要目標，是想藉形式化的推理，來決定賽局者為了要理性地追求其利益，會採取何種決策，以及如果他們真的如此選擇會產生什麼結果。

然而賽局理論運用於社會科學主要集中於非零和賽局(non-zero-sum games)。一個著名的例子就是兩個人的囚犯困境(Prisoner's Dilemma)，是由弗拉德(Merrill Flood)在1951年所提出，之後由塔克(Albert W. Tucker)加以明確公式化和命名。這個賽局有一種吊詭的性質，雖然每個賽局者有一種優勢的策略(dominant strategy)，可以在抵抗對方可能的反制策略下使自己獲得最大得益(best pay-off)；可是如果雙方皆採劣勢的(dominated)策略則每一方都可以獲得較好的得益(better pay-off)。在1970年代初將此情境推到多個賽局者而得到的N個人的囚犯困境，在此賽局中，對每個賽局者而言，如果每個人都採取劣勢策略要比每個人都採取優勢策略還要來的有利。N個人的囚犯困境可說是我們所熟悉的許多社會問題的模式，包括資源的保護，工資促成的通貨膨脹，環境污染，及武器競賽等問題。

自80年代以來許多學者利用賽局理論分析製造廠商間的競爭對其行銷通路結構選擇的影響。其理論模擬使人們將注意力集中於研究相互競爭的動態特徵以及特定訊息上。尤其在廠商理論的應用，更能適切的將業者間各種複雜且多樣化的競爭情形清楚的表達出來，將充分的模擬我們所欲探討的經濟模型，它能個別針對經濟體中的不同個體，描繪出其效用函數及可行之因應

方案或策略。在賽局理論中，我們假設參賽者是理性的，競爭者必然是在考量競爭對手的可能策略後，才決定行動以極大化報酬，賽局的結果不一定是理性或有效率，但是卻貼近現實的經濟情況。

Barnali et al. (1997) 運用兩階段Cournot 賽局理論，探討廠址選擇問題，以各種不同的需求函數進行分析，並經由範例獲得驗證。Engelbert and Gaunersorfer(2001)以動態Cournot 競局探討企業水平合併的收益性，研究發現由內部合併轉為外部合併時利益較佳，亦提供動態架構下較有效率的求解。Bhadury and Eiselt(1999)以二階段賽局理論，探討最佳化商標位置選擇問題，並以Nash 均衡及Stackelberg 模式求解。

2.1.1 市場結構

市場結構是用以描繪市場中競爭廠商的數量與特徵，通常區分為「獨占」(Monopoly)、「完全競爭」(Perfect Competition)、「獨占競爭」(Monopolistic Competition)與「寡占」(Oligopoly)等不同的市場結構。

「寡占」市場中廠商的數量很少，任何一家廠商採取行動時，會直接影響市場價格，因此企業在擬訂決策時必須先作評估，同時考慮競爭對手的反應後再思考最適策略，導致廠商之間的策略互動行為依賴程度很高，競爭對手的策略反應往往會影響自身的利潤。因此，廠商間的互動關係影響個別利潤甚鉅，而且是錯綜複雜的動態競爭，賽局理論即是探討廠商間的策略互動行為，一般而言，賽局理論裡，皆假設廠商的行為是理性的，其目標是追求利潤極大化。廠商在擬訂策略時，為求自身利潤極大化，其關注的焦點圍繞著兩個主題，分別為一、作最適產量決策，二、作最適定價決策。

有關「寡占」市場的分析模型主要有兩種模式，一種為「猜測變量模型」(Models of Conjectural Variation)，假設廠商間的行為具有獨立性；另一種為「聯合利潤最大化模型」(Models of Join Profit Maximization)，則假設廠商間的行為具有某種程度的「勾結」。「猜測變量模型」主要以Cournot 模型與Stackelberg模型為代表，「聯合利潤最大化模型」以Chamberlin 模型與價格領導模型(Model of Price Leadership)為代表。

寡占市場上的廠商行為基本上可區分為合作性行為(cooperative behavior)

和非合作性行為(noncooperative behavior)兩種，所謂合作性行為即廠商間相互結盟或勾結(collusion)，和平相處共同瓜分市場利潤，其目的在追求整體利潤之極大化，使各廠商間能夠合理分配產量，換句話說即廠商間彼此協調作最適決策分析，以減少總產出和提高單位價格，促使整體利潤之極大化，達到各廠商的利潤也極大化為目標；所謂非合作性行為即廠商間在競爭情況下，以獲得自身最大利潤為目標，考量其競爭對手的策略，從而訂定最適的決策。其中包括下列四種狀況分別為1.領導者與跟隨者；2.跟隨者與領導者；3.領導者與領導者；4.跟隨者與跟隨者，從合作與競爭二種不同的情況分析廠商間之利益比較，以擬定雙廠商之最適互動策略。

關於雙占議題方面，Wang (1998)探討在Cournot 模型雙占模式下，廠商面對產品專利執照費用與成本逐漸降低的同時，建議生產者應掌握專利權，因為它是成本競爭優勢的來源，研究中發現專利執照費用比固定執照費用的成本較高。James and Walker (1998)以過去經驗設計Cournot 雙占策略，並以模擬方法求解，最後比較設計前、後邊際成本之差異分析。

Alepuz and Urbano (1999)當企業面臨不確定性下分析學習行為，以雙占賽局為基礎，在市場需求與價格資訊不足的情況下，藉由以前經驗建構Cournot 模型，並比較雙占及單邊獨占的差異。Michele and Zaccour (2001)探討雙占廠商生產同質產品的競爭需求下，在面對保護措施限制下運用雙占賽局理論，並以歐洲天然氣為例，討論Cournot 及Stackelberg 模型進行比較分析。

Gian and Kopel (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。

2.1.2 動態賽局介紹

在一般傳統的賽局中，多半認為人是「完全理性」的，且此理性為基本常識(common knowledge)，人們對事情的判斷都是經過深思熟慮，且即使在資訊

不完全的情況下，也能作出完全正確的決策。但在日常生活中，有些事情的判斷是必須經過學習的，人們經過了學習的過程才能做出對自己較好的選擇，在學會之前，只能透過不斷的嘗試錯誤，這種學習的過程和傳統賽局的理性假設有明顯的不同。

在理性賽局中，則假設人為「有限理性」(bounded rationality)，說明在現實生活中，人們通常無法利用現有的資訊立刻找出賽局正確的答案，而憑藉經驗累積、社會規範、使用習慣後，做出現有資訊判斷下較適的決定，故有時候仍會作出錯誤的判斷，需要經過學習的過程不斷修正為更有利的選擇。

動態賽局即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。演進初期並非所有人全部懂得採取報酬較高的策略，而是隨著時間經由學習逐漸修正，當參賽者處於非均衡狀態時 (out of equilibrium)，而會往均衡的狀態移動，這種演進的機制稱為回應動態 (replicator dynamics)，在參賽者不斷地學習改進之後，將會達到均衡狀態，我們此均衡的狀態稱為演進穩定均衡 (evolutionarily stable strategy, ESS)。

我們雖然可以藉由動態賽局的建構，觀察決策者如何透過學習了解對手的行為，與決定自己的較適反應，更可以用以判斷潛在參賽者是否應該加入賽局，或改變現有的賽局以對自己更為有利的過程。然而動態賽局並不能無條件地運於所有的產業，模型的建立必須符合演進賽局的限制，以下將針對演進賽局的基本假設與模型建立所需的基本要素作詳細的介紹。動態賽局的基本假設如下：

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。

而動態賽局的基本要素為：

1. 參賽者 (populations of players)，考慮市場中有 $K \geq 1$ 種群體 (populations)，不同群體間的行為會彼此相互影響，我們以 $k=1, \dots, K$ 表示不同的群體。
2. 策略狀態空間 (state space of strategies)，每個群體 k 中的每個成員皆擁有 $N_k \geq 2$ 個可供選擇之行為或策略。我們以 $s^k = \{(s_1^k, \dots, s_N^k), s_i^k \geq 0, \sum_{i=1}^N s_i^k = 1\}$ 表示群體 k 選擇每項策略的比率， r^k 表示群體 k 中某位成員可能的混合策略，

此時 $s = s^1 \times \dots \times s^k$ 則表示市場之策略組合，亦即市場之策略狀態空間。

3. 期望報酬 (fitness function)，我們利用 $f^k(r^k, s)$ 表示群體 k 中某位成員之期望報酬函數或者稱為配適報酬函數，亦即該成員的期望報酬不單單只是個人的決策問題，亦會受到市場策略狀態空間的影響。

在一般市場結構下，雙廠商之間是錯綜複雜的動態競爭關係，而部分的零售商品是存在類似寡占與壟斷的特性，不論在競爭或合作情況下，市場需求因素、廠商成本結構及廠商市場地位，都應該納入考量較切合實際，本研究係運用雙廠商賽局理論，利用寡占市場的猜測數量模型，並以總利潤最大化為目標，探討競爭廠商最佳策略發展問題。為解決傳統 Stackelberg 模型缺乏市場需求與廠商成本結構因素考量的現象，使模型更符實際，本研究導入廠商成本結構並將市場線性需求函數改為非線性需求函數，其目的在建構雙廠商競爭與合作情況下，最適產量理論模型，並經數值分析方法，尋找最適解，再經由範例分析比較合作與競爭模式，以了解雙廠商之最適互動策略。

2.2 行銷定價策略

2.2.1 多世代產品定價

價格代表賣方和買方對於商品的價值認定，所以價格決策是廠商行銷策略的基本決策之一，也是消費者購買時的關鍵因素。在整個行銷策略中價格的高低又和產品定位與設計、行銷通路的配置、推銷方法等密切相關。但是在傳統上定價只是其餘行銷組合、成本利潤、或市場競爭下的被動機能。但是優秀定價企業往往採取截然不同的態度：他們視價格為達成行銷與財務目標的利器，運用主動積極的態度進行競爭。

新舊產品間或多或少存在替代的關係，對消費者而言，同樣的價格下，新產品必較受青睞，且新產品具有向下相容的特性，銷售商品的性質影響著製造商對其產品推陳出新的頻率，而資訊科技產品由於更新速度快，其有和流行性商品相同的特質，所以新產品推出頻率高，而舊產品降價幅度大。

另外，廠商追求利潤最大的產量與價格決策，會因其身處的市場結構不同而改變(如表 2.1)。廠商追求最大利益，直覺上看好像把價格訂得愈高愈好，

但在現實中是不能一定實現的。原因是公司選擇定價策略時，其實是決定於公司的所在市場競爭模式與市場結構；如何將競爭模式分類，是制定定價策略的第一步。市場結構的分類，主要考慮四項因素：(1) 廠商數目；(2) 有否進入市場的障礙；(3) 產品特性近似程度；(4) 資訊流通是否完全。

表 2.1 市場結構之分類

市場結構	完全競爭 (Perfect Competition)	壟斷性競爭 (Monopolistic Competition)	寡佔或寡頭壟斷 (Oligopoly)	獨佔或壟斷 (Monopoly)
廠商數目	廠商數目眾多	頗多廠商	廠商為數不多	只有一家廠商
產品性質	產品同質性	產品異差異很少	產品有差異	只有一種產品
進入障礙	進出市場容易	進出市場容易	進入市場困難	市場有障礙，幾乎無法進入
資訊流通	市場資訊完全流通	市場資訊不是完全流通	市場資訊不完全	獲得獨佔者的市場資料很困難
價格控制	對價格沒有控制力	對價格有少許控制力	對價格具控制力，但擔心同業的割價報復	對價格有很大的控制力
例子	農業，農產品	服飾，餐廳，理髮店	可樂汽水，石油，汽車，家庭電器	公用事業，水，電

資料來源：窪田千貫 (1988)，「價格戰略：洞察市場·掌握先機」

就上述而言，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，依導入期、成長期、成熟期、衰退期等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。

2.2.2 產品生命週期

面對環境的變遷、市場的動盪、產品的更換，行銷人員利用產品生命週期 (Product Life Cycle, PLC) 觀念來瞭解產品與市場的互動狀況，據以為策略規劃的指導 (Porter, 1980)。Aaker(1996)建議 PLC 應與經驗曲線 (experience

curve) 應用結合，尤其在市場成長階段時，廠商可有效的建立競爭成本優勢。

Ansoff(1984)認為 PLC 觀念起源於需求／科技生命週期 (demand / technology)，因為行銷觀念的起源是人類的需求，而產品是用來滿足其需求的一種方式。此一觀念乃提醒企業行銷人員，要注意產品的競爭層次 (需求競爭、產品種類競爭、產品形式競爭、品牌競爭)，且選擇投入何種需求科技的策略性事業領域 (strategic business area)，及何時移轉至新的領域。企業在動態市場競爭環境中，皆期望自身產品能廣泛的被消費者採納與使用，擴展其市場佔有率，獲取最大利潤為其目標。然而，消費者的行為模式會隨著市場日新月異而產生影響，不如傳統般的品牌忠誠度高。產品會因顧客的需求變化而產生階段性影響，而形成導入期、成長期、成熟期及衰退期的階段性變化。

Levitt(1995)是將 PLC 由普通觀念推展成管理工具的第一人，他將 PLC 分為四個階段 (導入、成長、成熟、衰退)，如圖 2.1 所示。成為後來討論 PLC 的研究者最常引用的區分界定方式，並將 PLC 的觀念發展成競爭環境中的管理工具(如表 2.2)。

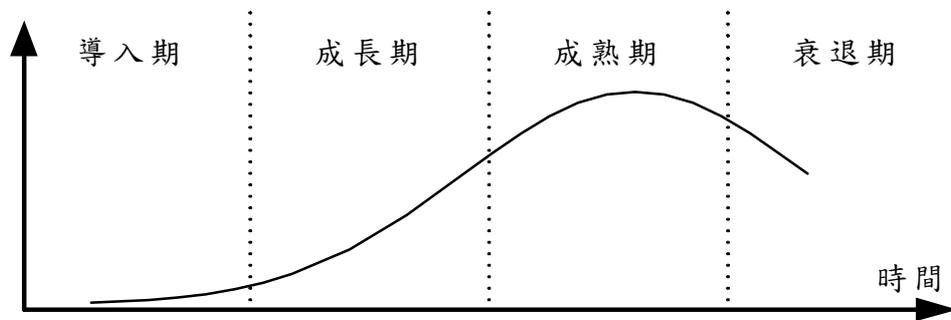


圖 2.1 產品生命週期四階段

表 2.2 產品生命週期—行銷策略

	生命週期階段			
行銷策略	導入期	成長期	成熟期	衰退期
產品	有限的模組， 頻繁產品修改	模組數擴充，頻 繁產品修改	大量模組	削減沒有利潤 的模組與品牌

價格	採取高價格以彌補開發成本	產品價格開始下降	價格持續下降	價格在相對低
通路	配銷商很少，利用高利潤吸引通路經銷	具有一定配銷商，必須建立長期關係	較多配銷商，獲利衰退，維持展示架空間	精簡不具利潤之通路
促銷	為提高其知名度，提供樣本給通路商試用	刺激選擇性需求，加強品牌廣告	刺激選擇性需求，加強品牌廣告強力促銷	逐步停止所有促銷活動

資料來源：Lamb(1998)

本研究重點實由產品生命週期(Product Life Cycle, PLC)做為起點，探討企業在定價作業當中，如何整合本身的競爭策略與多世代資訊產品的動態環境，在產品生命週期相對位階不同的情形下作產品定價規劃。

2.3 擴散模型 (Diffusion Model)

2.3.1 貝氏擴散模型 (Bass 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。

Fourt and Woodlock (1960)主張新產品的擴散完全靠外在大眾傳媒體的作用影響：

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p(m - N(t))$$

$n(t)$ ：在t期的採用者

$N(t)$ ：在t期的累積採用者

m ：市場最大可能採用者數量，即市場潛量

p ：外部影響

此模型認為擴散過程主要受大眾媒體(mass media)所影響，採用者購買創新產品與先前已採用者人數無關，屬於外部效應產生的結果。

Mansfield (1961) 認為新產品的擴散完全是靠人與人的交互作用影響：

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = bN(t)(m - N(t))$$

$n(t)$ ：在t期的採用者

$N(t)$ ：在t期的累積採用者

m ：市場最大可能採用者數量，即市場潛量

b ：內部影響

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。其假設新產品的潛在採用者受到兩種傳播方式影響：「大眾媒體」與「口碑」。在發展的過程中，他進一步地假定這些潛在採用者可分為兩種群體：一是受到大眾媒體影響；其他的人則僅受到口碑的影響。前者稱之為「創新採用者」，後者則稱為「模仿者」。新產品的創新採用者受大眾媒體宣傳的訊息影響（此影響力稱外部影響）而決定購買新產品，不受已採用者意見的影響。模仿者的採購行為則是受之前購買者的口碑宣傳影響（此影響力稱內部影響）。

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。因此，首次購買的擴散模型中含有一假設，「在所考慮的期間內，沒有重覆購買的消費者，而且每位顧客的購買量均為一單位」。故擴散模型是以數學方程式建構產品擴散型態，發展創新產品之生命週期曲線，描述的是某一產品類別的成長狀況，有助於瞭解新產品導入市場之發展情勢，據以預測產品銷售、擬定產品行銷策略。

Bass Model 的幾個基本假設如下：

1. 消費者無重複購買產品的情況。
2. 模式中不考慮任何變數(廣告、價格)。
3. 模式為需求模式，不考慮供應面。

Bass擴散模型導自於危險函數(hazard rate functions)，表示在時間 t 之前未曾採用，而在時間 t 時採用的機率。以下列數學式表示：

$$P(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + qF(t)$$

$P(t)$ ：在時間 t 前未曾採用而在 t 時採用的機率

$f(t)$ ：在 t 時間點的採用機率

$F(T)$ ：在時間點 t 時的累積採用機率

P ：外部影響係數

q ：內部影響係數

若 m 為市場潛量，則時間點 t 的採用人數 $n(t)$ 可表示為

$$n(t) = mf(t) = mP(t)(1 - F(t))$$

因此，Bass 模型的基本形式可改寫成：

$$n(t) = P(m - N(t)) + \frac{q}{m} N(t)(m - N(t))$$

第一項 $P(m - N(t))$ 為僅受到外部因素影響的採用人數，而 $\frac{q}{m} N(t)(m - N(t))$

為受到先前所採用的人數影響的當期採用人數。

最後解非線性微分方程式 $dF = dF / (p + (q - p)F - qF^2)$ 求得累積採用機率

$$F(t) = \left[\frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \right]$$

2.3.2 採用者分類

1. Roger (1983)認為採用型態服從常態分配，並利用平均值與標準差作為採用者分類之依據，如圖 2.2 所示。

- (1) 創新採用者：在常態分配中， $\mu - 2\sigma$ 點後之左翼面積
- (2) 早期採用者：介於點 $\mu - 2\sigma$ 與 $\mu - \sigma$ 間之面積
- (3) 早期大眾者：介於點 $\mu - \sigma$ 與 μ 間之面積

- (4) 晚期大眾者：介於點 μ 與 $\mu + \sigma$ 間之面積
- (5) 落後者：點 $\mu + \sigma$ 後之右翼面積

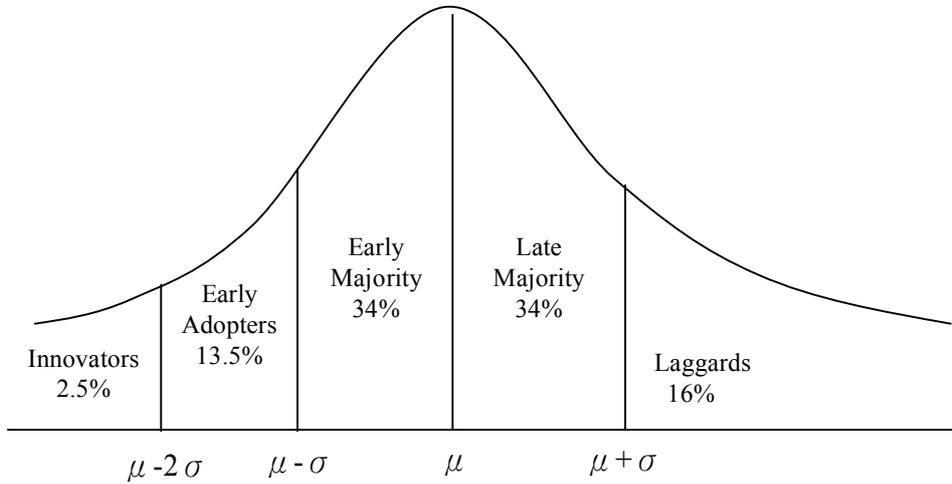


圖 2.2 Roger's 採用者分類

資料來源: Mahajan, Muller, and Srivastava (1990)

2. 根據 Roger 之分法，Bass 亦將其模式中之採用者歸為 5 大類，如圖 2.3。兩者分類法中不同的地方為，Roger 分類法中的創新採用者較無變化性，相對的 Bass 對於創新採用者的分類較為明確。

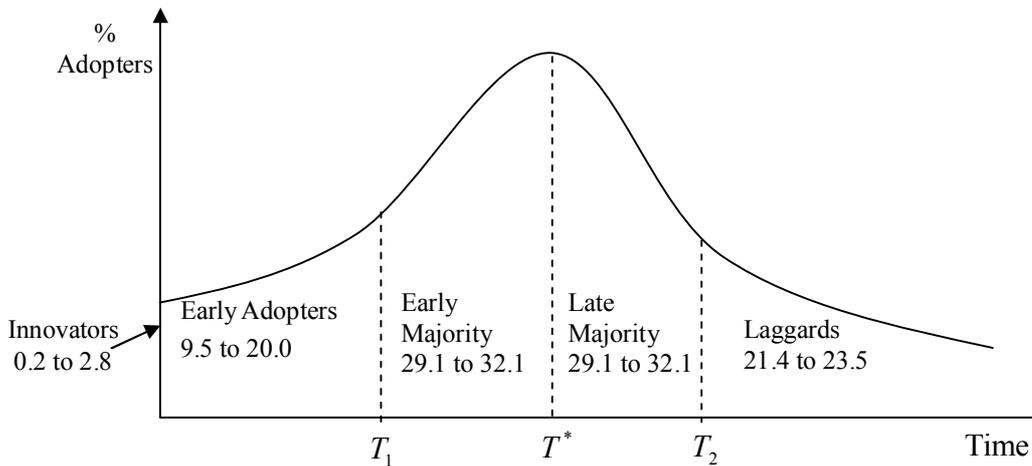


圖 2.3 Bass 採用者分類

資料來源: Mahajan, Muller 及 Srivastava (1990)

2.3.3 參數估計

在 Bass Model 中有三個需要求解的參數：內部影響(q)、外部影響(p)及市

場規模(m)。在市場規模的估算中，雖然可用過去的歷史的歷史資料來推估，但也有許多的相關研究發現利用市場調查(Market- Surveys)、Secondary Sources、管理上的判定(Management Judgment)及其他相關的模式等可得到較好的結果。

對於 Bass Model 中參數之研究，在 1980 年代就有許多學者提出不同的運算方式及主張，如表 2.3 所示。Sultan et al. (1990) 將 1950 年到 1980 年發表過之 15 篇相關文章 (表 2.4) ，共包含 213 個參數，利用 Meta-Analysis 方式分析得知外部影響 (p) 平均之值為 0.03、內部影響平均之值為 0.38。Assmus et al. (1984) 認為要利用 Meta-Analysis 分析時需先界定四個基本之範圍。

1. 研究的環境(Research Environment)

(1) 產品的種類(Type of Innovation)

包括農業用品、耐久物品、工業用品、醫療用品等。而產品種類的不同將影響 Value of Advertising Elasticities。

(2) 國家(Country)

國籍的不同，如在 Advertising Elasticities 上，美國低了許多。這勢必會影響運算結果。

2. 模式的敘述(Model Specification)

變數的加入(Variables Included)，模式中動態的變數(如廣告及價格)的加入將影響 Advertising Elasticities。

3. 估計(Estimation)

Mahajan et al. (1986); Srinivasan and Mason (1986) 認為在參數的評估上，運算方式的不同將影響估計之結果。

4. 資料再使用的影響(Systematic Effects Include by Reuse of Data)

對於資料再使用的影響不但會降低自由度(Degrees of Freedom)的數目，且在設計上將造成重複的評估及衡量。

Easingwood et al. (1983) 利用不同的模式之假設，以黑白電視、彩色電視及冷氣機為資料，運算得知 p 的範圍介 0.000021~0.03297， q 之範圍介於 0.2013~1.67260。

表 2.3 擴散模型相關研究

研究範圍	1960s	1970s	1980s
基本之擴散模式	模式化創新採用者及模仿採用者之關聯		創新採用者及模仿採用者之定義
	滲透影響 (Saturation effect)		從個體層級決定發展擴散模式
參數估計考量	利用歷史資料估計參數		無歷史資料時之參數估計
	最小平方法(OLS)		代數估計程序
			以相似產品、市場特性估計
			有歷史資料之參數估計
			時間不變下之參數估計程序
			最大可能非線性最小平方法
彈性之擴散模式			時間改變下之參數估計程序
			Bayesian 評估
			Feedback Filters
模式改良及延伸			擴散模式中參數系統化之變動
			彈性擴散型態中採用曲線之最高點時間點及其重要
	動態擴散模式：市場飽和度隨時間變動而改變	多種整合模式：創新產品之不同採用及時間之整合	

		<p>多種創新擴散模式：其他創新產品影響單一創新產品</p>	<p>多階段擴散模式：創新產品決定過程中 Word-Of-Mouth 之負影響</p>
		<p>空間/時間擴散模式：創新產品擴散過程同時發生於空間及時間上</p>	<p>擴散模式中混合市場變數：價格、廣告、個人銷售及銷售在擴散型態之影響</p>
		<p>多階段擴散模式：採用者經過了一系列之創新決策過程階段</p>	<p>產品/市場特性：社會體系特徵及產品屬性在擴散型態之影響</p>
			<p>擴散模式之控制：供應面對擴散型態之影響</p>
			<p>多採用擴散模式：包含產品重複買及替換</p>
			<p>競爭性擴散模式：競爭者在價格、廣告、品牌等對擴散型態之影響</p>
<p>擴散模式之使用 預測</p>		<p>預測：如何利用擴散模式作預測</p>	<p>預測：如何利用擴散模式作預測</p> <p>描述：產品/市場特性在擴散型態之影響</p> <p>新產品擴散及市場架構之關係</p> <p>規範準則：在壟斷市場及求過於供市場架構中之最佳價格、廣告及時間策略</p>

資料來源: Mahajan, Muller, and Bass (1990)

表 2.4 運用 Meta-Analysis 於擴散模型之參數估計

作者	年代	創新產品	模式應用 使用數目	資料使用數目
Griliches	1957	Hybrid corn	30	Corn
Mansfield	1961	工業創新用品	11	
Bass	1969	消費耐久品	12	冰箱、黑白電視機、烘衣機及冷氣機
Nevers	1972	消費耐久品, hotel/motel franchises, 工業創新用品 and Hybrid corn	9	Corn, 採色電視機
Dodds	1973	消費耐久品, 有線電視承租	2	
Lawton	1979	教育創新用品	8	
Bass	1980	消費耐久品	6	冰箱、黑白電視機、烘衣機、冷氣機及洗碗機
Heeler and Hustad	1980	消費耐久品(Europe)	37	
Easingwood, Mahajan, and Muller	1981	CAT scanners	1	CAT scanners
Schmittlein and Mahajan	1982	消費耐久品, CAT scanners	8	CAT scanners, 冷氣機、採色電視機, 烘衣機及洗碗機
Easingwood, Mahajan, and Muller	1983	消費耐久品	5	黑白電視機、採色電視機、冷氣機、烘衣機及洗碗機
Horsky and Simon	1983	Telephone banking	5	
Srivastava, Mahajan, Ramaswarmi, and Cherian	1985	財務投資	14	
Gatignon, Eliashberg, and Robertson	1985	消費耐久品(Europe)	55	
Easingwood	1987	消費耐久品(Europe)	10	
Total			213	

資料來源: Sultan et al. (1990)

上述之參數求解過程皆利用到產品之時間序列資料(Time-series Diffusion Data), 然而在無歷史資料的情況下, 求解過程就必須更為謹慎。因此, 在 Bass

Model 參數的估計上，可分為無歷史資料(No Prior Data Available)及有歷史資料(Availability of Data)兩種情況。

1. 無歷史資料(No Prior Data Available)

在沒有歷史資料的情況下，參數之估計可利用管理上的判定(Management Judgment)或是類似產品(Analogous Products)之歷史擴散資料。Mahajan 及 Sharma(1986)利用代數(Algebraic)求解程序來評估參數。這個程序執行時需要管理者提供三個相關資訊。

- (1) 市場規模
- (2) 非累積採用函數發生最高點銷售量的時間點
- (3) 非累積採用函數中之最高點銷售量

所以，這個評估程序的關鍵資訊在於計算非累積採用函數的最高點，一但知道這個資訊，即可求出內部影響及外部影響。

Lawrence and Lawton (1981)利用另一種代數程序求解，這個程序亦需要管理者提供下列三個相關訊息。

- (1) 市場規模
- (2) 第一年之採用者人數
- (3) 外部影響及內部影響之和($p+q$)

Lawrence and Lawton (1981)發現在工業創新用品上 $p+q$ 的值為 0.66，在消費用品上， $p+q$ 的值為 0.5。另外，在 Bass Model 的參數估計上 Lawrence and Lawton (1981)測試了一些產品發現 $p+q$ 範圍介於 0.3-0.7 之間。另一方面，Lawrence and Lawton (1981)發現第一年之銷售量的可以下式表達。

$$\text{第一年之銷售量： } S_1 = \frac{m(1 - e^{-(p+q)})}{[1 + (\frac{q}{p})e^{-(p+q)}]}$$

在上式中可利用管理判定來猜測 S_1 及 m 值。而在最高點銷售量之時間點，可以下式表達

$$\text{Peak Time： } T^* = \frac{1}{(p+q)} \text{Ln}(\frac{q}{p})$$

在參數評估上 Lawrence and Lawton(1981)提供了一個好的方法(Mahajan, Muller, and Bass, 1990)。

Thomas (1985)認為參數的估計可利用權重(Weights)之方式針對以下五種基本面和類似的產品相比較。

- (1) 環境面(Environment Situation)
- (2) 市場架構(Market Structure)
- (3) 購買者行為(Buyer Behavior)
- (4) 採用的策略(Marketing Mix Strategy)
- (5) 新產品的特徵(Characteristics of Innovation Itself)

2. 有歷史資料(Availability of Data)

Bass 利用最小平方法(Ordinary Least Square ; OLS)來計算參數，運算程序則是利用回歸方程求解。

$$N(t+1) - N(t) = pm + (q - p)N(t) - \frac{q}{m}N^2(t)$$

$$\Rightarrow n(t+1) = \alpha_1 + \alpha_2 N(t) + \alpha_3 N^2(t)$$

其中 $\alpha_1 = pm$

$$\alpha_2 = q - p$$

$$\alpha_3 = \frac{-q}{m}$$

利用回歸求解可得 α_1, α_2 及 α_3 之值，如此 p, q 及 m 之值即可獲知。

Schmittlein and Mahajan (1982)認為 OLS 運算時有下列三個缺點。

- (1) 在 $N(t)$ 及 $N^2(t)$ 這兩個相依變數的相似性會導致參數運算上發生錯誤的符號(Wrong Sign)。
- (2) 在運算時沒有提供參數之標準誤差(Standard Error)。
- (3) 連續的模式利用離散的數列來估計。

針對上述三點缺失，Schmittlein and Mahajan (1982)提出利用最大概似(Max Likelihood)估計法評估參數。後續尚有 Schmittlein et al. (1986)利用非線

性方式作為參數運算的依據(Mahajan, Muller, and Bass, 1990)。

2.4 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。

在探討新舊科技的替代行為中以 Fisher and Pry(1971)發展出的模型最為常用，Fisher and Pry(1971)在研究新舊科技間的替代效果時，基於三個假設：

1. 科技的進步可以被視為是滿足同一需求的不同方法間的競爭性替代結果。
2. 由實際觀察的結果發現，新科技經常會完全的汰換舊科技。
3. 舊科技被新科技取代的市場佔有率和舊科技尚餘的市場佔有率成一比例，此為 Pearl's 法則(Pearl's Law)。

假設僅有新舊兩產品競爭

$$\ln\left[\frac{s}{(1-s)}\right] = kt$$

s ：代表新科技的市場佔有率

$(1-s)$ ：代表舊科技的市場佔有率

t ：為時間

k ：為常數

Blackman(1971)則提出總體市場與新科技相對市場佔有率的模型：

$$\ln\left[\frac{s}{(S-s)}\right] = a + bt$$

S ：新科技市場佔有率上限

s ：新科技在 t 時間點的市場佔有率

a ：常數

b ：投資與收益函數

Fisher and Pry (1971)雖然提出了非常簡潔有力的模型，但很明顯的可發現其不足之處：

1. 只考慮兩代產品。
2. 無法描述個別世代產品的銷售量

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。

在描述擴散情形前，Norton and Bass (1987)首先做了幾點假設：

1. 一但某項產品採用較新的技術後，就不會回復採用舊技術。
2. 假設每人每期的平均消費數量為一常數，而一項創新產品的銷售量，為使用者人數與每人平均消費數量的乘積。
3. 一項創新有許多可能的應用，有些應用是目前即可發覺，有些應用則需一段時間後才會被發覺。假設創新在應用性有上限，而且此上限為一常數。

一開始令 M 為該產品被採用數量的上限， r 為平均消耗速率，均假設為常數，而 $m=M \times r$ 為單位時間銷售量上限。假設銷售量與累積採用機率成正比，當只有一代產品時，在時間點 t 時銷售量為：

$$S(t) = mF(t)$$

在此，將模型推廣至第四代，進而探討此模型。

$$S_1(t) = F_1(t)m_1(1 - F_2(t - \tau_2))$$

$$S_2(t) = F_2(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1](1 - F_3(t - \tau_3))$$

$$S_3(t) = F_3(t - \tau_3)[m_3 + F_2(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1]](1 - F_4(t - \tau_4))$$

$$S_4(t) = F_4(t - \tau_4)[m_4 + F_3(t - \tau_3)[m_3 + F_2(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1]]]$$

$S_i(t)$ ：第 i 世代產品於 t 時間點的銷售量。

$F_i(t)$ ：第 i 世代產品於 t 時間點的累積機率。

m_i ：因為第*i*代產品推出所額外增加的市場潛量。

τ_i ：為第*i*代產品的上市時間。

$$F_i(t-\tau_i)=0 \text{ for } t < \tau_i$$

每代產品會在前一代產品尚未飽和時便導入市場。而且新一代產品獲得的銷售量來源有二部份：

1. 由於擴充了新的用途，因此擄獲了原本不會購買舊一代產品的銷售量。
2. 替代了原本會購買舊一代產品的銷售量。

然而，在第二部份又可分為：

- (1) 原本已採用舊一代產品，升級至採用新一代產品的消費者。
- (2) 第一代產品推出時，因下一世代產品已上市，而去購買新產品的人。

在此模型中同時表達了擴散與替代效果。 $F_1(t)m_1F_2(t-\tau_2)$ 即為第一代被第二代所替代的部份。 $S_2(t)$ 在時間 τ_2 後呈單調遞增， $S_1(t)$ 的頂點會發生在 τ_2 或 τ_2 之後，而第一代產品最後的銷售量將趨近於0，第二代產品最後的累積銷售量將逐漸趨近於兩代產品市場潛量的總和，即 m_1+m_2 。

在有三代產品時，第一代的市場逐漸被第二代所替代，第二代在取代第一代市場的同時，其又逐漸被第三代產品所替代。而此模型假設：

1. 產品會不斷的更新，新一代產品能提供舊一代產品所有的用途外，還能提供更多的用途。
2. 各代產品的採用者累積函數是在會隨時間變動的市場潛量下所發生。如世代一中，市場潛量為 $m_1[1-F_2(t-\tau_2)]$ ，在世代二中，市場潛量為 $[m_2+F_1(t)m_1](1-F_3(t-\tau_3))$ 。市場潛量會隨時間變動是因為替代效果的關係。
3. 舊一代產品被新一代產品替代(模型中的 $F_1(t)m_1F_2(t-\tau_2)$)的部份包含真實銷售量及潛在銷售量。

另外對於所有的*i*，Norton and Bass 模型假設 $p_i=p$ ， $q_i=q$ 。這樣假設是因各代產品均屬同一產品，其擴散過程是相同的，如此一來可大量減少所需估計的參數數目。如果*F*函數有*k*個參數，市場有*n*個世代產品，則需估計的參數數目將從 $kn+n$ 個降至 $k+n$ 個；若無此假設將使配適和預測變得很難。

Norton and Bass (1992) 的文章，其基本模型並未改變，只是將應用範圍擴大了，其實證對象包含了高科技電子產品、藥品、消費財及工業產品。

Mahajan and Muller (1996) 文章中探討IBM 大型電腦的新一代產品導入時機，應如何當機立斷地作決策；而此決策會受到一些因素影響，如：市場潛量的大小、平均報酬率、擴散與替代參數、折現因子……等。此外，還提出了多代之間潛在採用者可能出現蛙跳式(leapfrog)之採用行為。以IBM 四代產品為例，第四代產品的潛在採用者可能來自於：

1. 第一代的採用者可能跳過第二、三代而直接採用第四代產品。
2. 第二代的採用者可能跳過第三代而直接採用第四代產品。
3. 第三代採用者升級至第四代產品。
4. 首次購買者，未曾採用之前的任何一代產品。

Kim, Chang, and Shocker (2000)認為世代間產品除了有替代現象外，彼此間也會有互補以及競爭的情況，而市場潛量也不應設為常數，而是多代產品間的市場潛量相互影響。首先假設市場上有數種類別的產品(Categories)，每種類別下有各自演化的世代產品，而類別B的產品相較於類別A在技術上更為先進，同時較能吸引消費者購買(如圖2.4)。

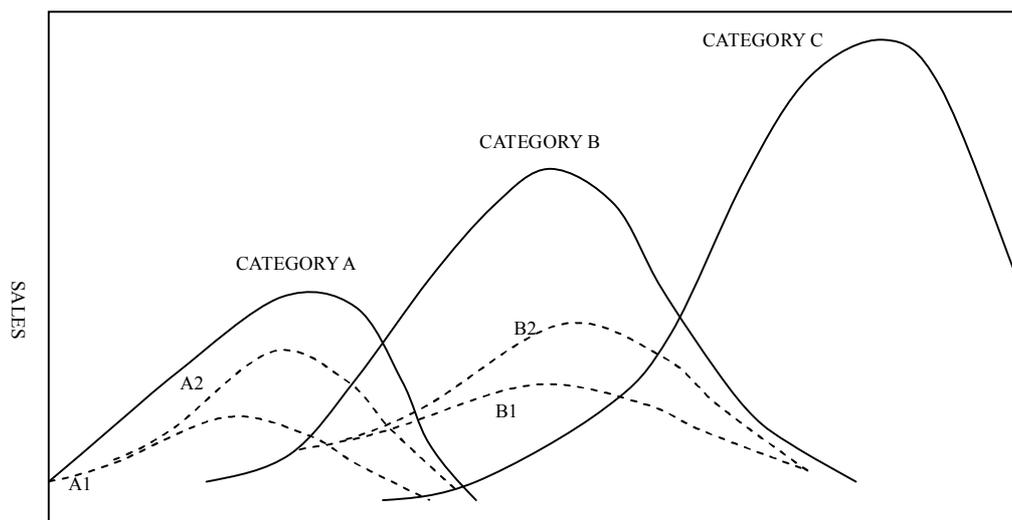


圖 2.4 以功能別分類的多世代產品
資料來源: Kim, Chang, and Shocker (2000)

如果市場上現有三種類別的產別{A、B、C}各自擁有{2、2、1}個世代則市場潛量為：

$$\begin{aligned}
 m_{A_1}(t) &= m_{A_{10}}(S_{B_1}(t))^{r^{B1-A1}}(S_{B_2}(t))^{r^{B2-A1}}(S_c(t))^{r^{C-A1}}, \\
 m_{A_2}(t) &= m_{A_{20}}(S_{B_1}(t))^{r^{B1-A2}}(S_{B_2}(t))^{r^{B2-A2}}(S_c(t))^{r^{C-A2}}, \\
 m_{B_1}(t) &= m_{B_{10}}(S_{A_1}(t))^{r^{A1-B1}}(S_{A_2}(t))^{r^{A2-B1}}(S_c(t))^{r^{C-B1}}, \\
 m_{B_2}(t) &= m_{B_{20}}(S_{A_1}(t))^{r^{A1-B2}}(S_{A_2}(t))^{r^{A2-B2}}(S_c(t))^{r^{C-B2}}, \\
 m_C(t) &= m_{C_0}(S_{A_1}(t))^{r^{A1-C}}(S_{A_2}(t))^{r^{A2-C}}(S_{B_1}(t))^{r^{B1-C}}(S_{B_2}(t))^{r^{B2-C}}, \\
 m_{kn0} &: m_{kn}(t) \text{ 的初始市場潛量，視為常數。}
 \end{aligned}$$

$r_{k'n'-kn}$ ：類別 k' 的世代 n' 對於類別 k 世代 n 市場潛量的影響。 $k \neq k'$

$S_{kn}(t)$ ：類別 k 的世代 n 產品銷售量。

該模式認為銷售量除了受到世代間產品的技術替代效應影響外，不同類別以及其演化的世代產品也將影響該特定產品的市場潛量。

2.5 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。

2.5.1 市場混合變數

Horsky and Simon (1983)考慮到廣告因子對擴散模式的影響。認為廣告提供資訊給產品創新採用者，並經由已採用該產品之採用者利用 Word-Of-Mouth 之溝通而影響模仿者。且廣告的作用不僅傳達訊息給消費者，進一步的功能為加速新產品擴散過程的進行。Horsky and Simon (1983)認為最佳的廣告策略為在新產品的導入期間，應加重廣告的層級。在銷售量增加的期間則可減少

廣告的數量。並將外部影響以廣告費用之函數型態表示。其銷售量模式如下：

$$S(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = P(t)[N - Q(t)]$$

$$P(t) = \alpha + \beta \ln A(t) + rQ(t)$$

其中 $S(t)$ ：時間點 t 之採用者

$P(t)$ ：時間點 t 發生購買情況之條件機率

$A(t)$ ：時間點 t 之廣告費用

$Q(t)$ ：時間點 t 之累積採用者

α, β, r ：各相關變數之參數值

Speece and MacLachlan(1992)將價格納入考量，認為價格將影響採用者的累積分配，並且以牛奶的三種包裝，玻璃瓶、紙盒及塑膠，說明多代擴散模型不只適用於高科技產品，也適用於一般產業。

$$F(t - \tau_i) = \left[\frac{1 - e^{-(p+q)(t-\tau_i)}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)(t-\tau_i)}} \right] G_i(P)$$

$$\text{model 1 } G_i(P) = \left(\frac{P_i}{P}\right)^{-\eta}$$

$$\text{model 2 } G_i(P) = \exp\left[-\eta\left(\frac{P_i}{P}\right)\right]$$

$$P = \frac{P_1 S_1 + P_2 S_2 + P_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$$

P_i ：世代 i 的產品價格。

P ：各代產品的價格對於銷售量加權後的市場平均價格。

η ：市場對於價格的敏感度。

2.5.2 其他

Mahajan and Peterson (1979)採用動態擴散模型，將市場潛量(m)以函數型態考量，市場規模為時間點 t 之社會成員人口數(Population of Social System at

time t) 的函數

$$\bar{N} = f(S(t))$$

$$dN(t)/dt = (a + bN(t))(f(S(t)) - N(t))$$

$$N(t = t_0) = N_0; \quad f(S(t_0)) = f_0$$

解微分方程式後，得到累計採用人數

$$N(t) = \frac{f(S(t)) - [a(f_0 - N_0)/(a + bN_0)] \exp[-a(t - t_0) - bM(t)]}{1 + [b(f_0 - N_0)/(a + bN_0)] \exp[-a(t - t_0) - bM(t)]}$$

$$M(t) = \int_{t_0}^t f(S(t)) dt$$

加入社會成員人口數 ($P(t)$) 考量後， $\bar{N}(t) = f(P(t))$ 。首先利用基本擴散模型求出 $P(t)$ 。

$$dP(t)/dt = (m_1 + m_2 P(t))(\bar{P} - P(t))$$

$$P(t) = \frac{\bar{P}(1 - \exp[-(m_1 + m_2 \bar{P})t])}{1 + [m_2 / m_1] \exp[-(m_1 + m_2 \bar{P})t]}$$

$$\bar{N}(t) = f(P(t)) = k_1 + k_2 P(t)$$

$$dN(t)/dt = (a + bN(t))(k_1 + k_2 P(t) - N(t))$$

$$M(t) = \int_{t_0}^t f(S(t)) dt = k_1(t - t_0) + k_2 \ln \left[\frac{y(t)}{y(t_0)} \right]^{\beta_1} \left[\frac{z(t)}{z(t_0)} \right]^{\beta_2}$$

將上式帶入 $N(t)$ 式中，即可得到累計採用人數。

郭晉杰(民 88)模式化外部影響、內部影響、與市場潛量等三個參數，深入探討此三個因素之間的關係及其如何影響整體之銷售量。消費者在購買產品過程中，可能會考慮到多種因素（產品的價格、廣告…等），將之歸類為影響消費者購物之外部影響或生產者之策略指標。另一方面消費者由認知此一產品到之間的口語相傳，將之歸納為消費者內部影響之行為模式指標。並且提出一動態參數預測模式，利用目標規劃求解，找出最佳化之目標解。

2.6 基因演算法之理論與運算

遺傳演算法(Genetic algorithm; GA)為 Holland 於 1975 年所提出，其主要

的想法是發展一人工系統(artificial system)模擬自然生態運作的方式，藉由演算法的自行淘汰與部分交換來求解最佳化的問題。Goldberg(1989)提到遺傳演算法是以自然選擇與遺傳技術為基礎的搜尋過程。Michalewicz(1994)更明確指出遺傳演算法是由五個基礎步驟所構成：

1. 以基因型態表示問題的特徵或解答：遺傳演算法對問題的表示方式是將不同的問題特徵（或變數）分別以一個或一組基因表示，其中一基因是二元(binary)數字，而如同一個體是由數個基因所構成，問題的解答也就是由不同的問題特徵所組成。
2. 創造任意數目的初始解答：在遺傳演算法開始運作之前，需先產生一些初始的解答做為初始的狀態，亦即讓電腦創造一些「數位個體」，形成原始族群(initial population)再進行演算搜尋。至於產生這些個體的方式，分為隨機或是特定的方式，Forgaty(1989)則提出產生初始狀態的方法會影響演算法的搜尋績效。
3. 評估功能的建立-適應性函數(fitness function)的設計：若一個體的適應能力愈高，代表此一個體在環境中存活下來的機會較高，則愈有可能繁殖下一代。相對於適應函數的是在解決問題時之目標函數，藉由目標函數來評判解答接近預設目標的程度，若目標函數值愈高則代表此解答愈接近目標，也愈有機會讓遺傳演算法進一步搜尋到更好的解答個體。
4. 使用基因運算子(genetic operator)產生子代：最常見的基因運算子有三個。
 - (1) 複製(reproduction)：此運算子的功能決定哪些個體可以存活至下一代，而根據「適者生存」的原則，適應函數值高的個體應具有較高的機率被選中複製而存留至下一族群。
 - (2) 交配(crossover)：此運算子的功能是透過交換個體間的基因，以重組個體的基因組合，來擴展搜尋空間。Murata(1994)以 10 種不同的交配方式對於流程式排程問題進行電腦模擬測試，以決定不同交換方式的績效優劣。
 - (3) 突變(mutation)：此運算子的功能是藉由隨機改變個體內的基因，引入新的個體型式，增加新的搜尋空間。突變的發生是隨機的，以使得在求

解的過程中能夠搜尋新的領域，避免掉入局部最佳解(local optimal)。

Murata(1994)以 4 種不同的突變方式來進行試驗。

5. 參數的設定：在遺傳演算法的運算過程中，有許多的參數必須事先設定，如交配機率、突變機率、個體數及族群數等。參數的設定會影響搜尋的績效，Forgaty(1989)曾對不同的突變機率與遺傳演算的績效進行評估，在特定的原始族群中，不同的突變機率可以改善搜尋績效。一般遺傳演算法運作的流程大致如圖 2.5。

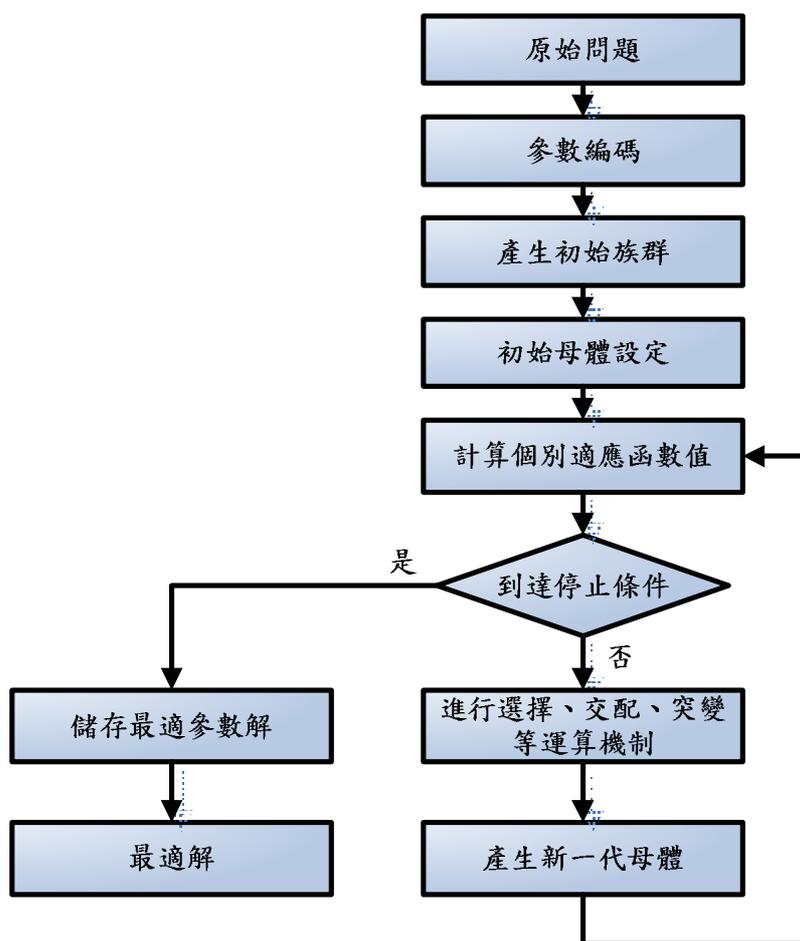


圖 2.5 基因演算法之運算流程圖

基因演算法是近年來發展快速以及具有潛力的最佳化方法之一，它類似傳統搜尋方法之漫步法 (Random Walk Method) 是全域搜尋法的一種。由於它是同時以多點方式搜尋最佳解，而非點對點的搜尋，對於多峰谷之函數而言，基因演算法較傳統演算法更可以較快找出整體最佳解 (Global Optimum)，同

時也能避免陷入區域最佳解 (Local Optimum)。此特性是基因演算法的最大優點。不過由於計算所需的時間過長、不易掌控，也是另一個缺陷。如何改善傳統基因演算法在最佳點附近收斂速度緩慢的缺點，並希望能快速求得全域最佳解，是目前 GA 最需加強的。

Goldberg(1989)說明了基因演算法不同於傳統的最佳化方法主要可歸納為下列幾項特性：

1. 基因演算法的運作是關於編碼後的參數，而不是參數的本身。因此可使適用的範圍更廣。
2. 基因演算法在搜尋的過程中是對整個母體做搜尋，也就是對多個點同時做搜尋，而不是單點而已。因此能避免落入區域最佳解 (Local Optimum)。
3. 基因演算法使用的是目標函數 (Objective Function) 的資訊，不需要微分或其他輔助的資訊。因此能使用在各種型態的適應函數，例如多目標或非線性函數等。
4. 基因演算法利用機率性 (Probabilistic) 方式來求解，而不是使用明確性的 (Deterministic) 規則。這樣一來可使它更具彈性。

傳統上多世代定價問題是採用動態規劃從期末倒推以求得期初最佳定價，動態規劃雖可考慮二次以上之目標函數，然而當系統變得複雜時則會產生維度困擾之問題。

第三章 研究方法

本研究蒐集產業競爭資訊，運用德信綜合證券2004年12月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；並根據企業知識管理系統中的相關經驗，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Stackedlberg雙占模式為基礎，考量企業動態競爭行為，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並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，並且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。

3.1 研究模型建立

本研究運用產業專題報告中，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. 運用 1996-2003 年 DRAM 價格趨勢、全球 DRAM 供需概況及國內 DRAM 廠商現況等推導市場需求函數。
2. 藉由賽局寡占 Stackelberg 模型，設定雙方反應函數，以雙方生產量推估多世代擴散模型之市場潛量。
3. 建立外部以及內部因素的函數型態，藉以模式化外部與內部因素。
4. 對於擴散模式本身需要估計的參數以統計方式加以估計。

5. 將價格、廣告等市場混合變數依產品生命週期歷史資料降幅，加入到外部與內部變數的函數中考量，探討如何藉由市場混合變數影響產品本身的擴散過程。

在 2.5 節的探討中可以得知，對於外部影響(External Influence ; p)、內部影響(Internal Influence ; q)及市場規模(Marketing Potential)三種參數的模式化，無論加入何種策略及環境因子的考量，都是以時間為變數的連續函數型態，假設價格、廣告是隨著時間而持續變動。而本模式以產品生命週期為出發點，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，以及所處生命週期位階的價格，及廣告預算的相對價差而變動。

3.1.1 賽局寡占模型

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 1.3 研究範圍與假設中的 Stackelberg 模型基本假設外，本研究另假設條件如下：

- 假設 1、所分析的產業中只有兩個廠商，即所謂的雙占 (duopoly) 市場結構，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 2、廠商市場定位區分為兩種，分別為一領導者，二為跟隨者，廠商可能會採取領導策略及跟隨策略，兩大廠商皆視對方為領導者，視自己為跟隨者。
- 假設 3、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 4、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 5、廠商生產的產品是同質性，假設二家廠商的成本結構相同，故在賽局競爭計算時不列入考慮。

本研究採用一般簡單線性市場需求函數 $Q = \alpha + \beta P$ ，並依 Stackelberg 模型演化程序推導出企業本身八個世代的反應函數。反應函數之基本形式為

$$q_y = (a - b \times q_x) / (2 \times b)。$$

Q ：市場產量。

P ：市場價格。

q_x ：為企業本身之產量。

q_y ：為競爭對手之產量。

α, β ：為市場需求函數參數。

3.1.2 建立擴散模型

1. 設立目標函數

求對多代產品整體收益最大化，而非單一世代收益最大。產品價格將影響消費者對於產品的需求，進而決定公司的銷貨收入，再扣除生產產品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。整體收益(Z)= (售價×數量) - (固定成本+廣告預算+變動成本)。

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

2. 參數設定：

n_{ist} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s ，時間點 t 時的銷售量。

p_{is} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s 的外部影響。

q_{is} ：第 i 世代產品，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。

A_{is} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s 時的廣告預算。

P_{is} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s 時的價格。

Ar_{is} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s 時的廣告預算比例。

Pr_{is} ：第 i 世代產品，於生命週期位階 s 時的價格比例。

a ：指數模式下，外部影響對於廣告預算的敏感係數。

b ：指數模式下，外部影響對於價格的敏感係數。

c ：指數模式下，內部影響對於廣告預算的敏感係數。

d ：指數模式下，內部影響對於價格的敏感係數。

- k_1 : 線性模式下，外部影響對於廣告預算的敏感係數。
- k_2 : 線性模式下，外部影響對於價格的敏感係數。
- k_3 : 線性模式下，內部影響對於廣告預算的敏感係數。
- k_4 : 線性模式下，內部影響對於價格的敏感係數。
- F_{ist} : 第 i 世代產品，於生命週期位階 s ，時間點 t 時的累積採用機率。
- m_i : 第 i 世代產品的市場潛量。
- τ_i : 第 i 世代產品的上市時間。
- T_s : 生命週期位階 s 的起始時間。
- RD_i : 第 i 世代產品的研發成本。
- C_{ist} : 單位成本。

3. 建立擴散模型

(1) 模式化外部影響與內部影響

外部影響(p)與內部影響(q)係數是控制整個產品擴散過程重要的因素，而視 p 值及 q 值大小之差異，會有不同的擴散過程。

- a. 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（如圖3.1 所示）。

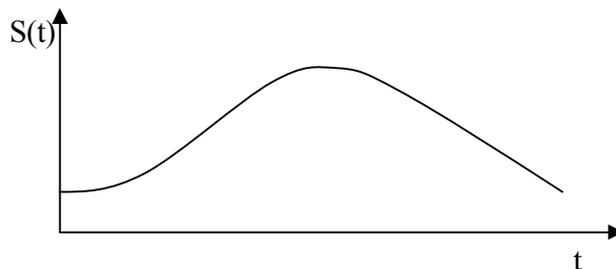


圖 3.1 參數設定與擴散過程($q > p$)

- b. 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（如圖3.2 所示）。

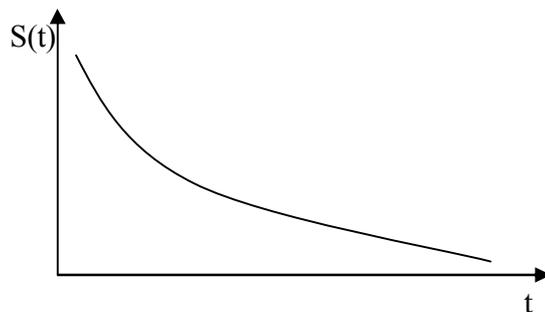


圖 3.2 參數設定與擴散過程($q < p$)

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。

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

式中 Ar_{is} 為廣告預算增加比例、 Pr_{is} 為價差比例，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。以下為本研究的外部影響與內部影響模式化程序。

線性：

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

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

指數：

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

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

(2) 累積採用機率

由於市場混合變數為依產品生命週期位階的不同分段設定，使的原始擴散模型的累積採用機率，在階段轉換的時間點會造成不連續現象，所以必須在求算累積機率時，對於時間點 t 作分段積分。

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

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

則 t 時間點累積機率為

$$F(t) = \frac{1 - pe^{(-q-p)(t-T_s)-c}}{1 + qe^{(-q-p)(t-T_s)-c}}, \text{ 其中 } c = -\ln \frac{1 - F(T_s)}{F(T_s)q + p}$$

$$T_s < t < T_{s+1}, \quad F(0) = 0$$

(3) 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。

$$\begin{aligned}
 n_{1st} &= F_{1st} m_1 (1 - F_{2s(t-\tau_2)}) \\
 n_{2st} &= F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1) (1 - F_{3s(t-\tau_3)}) \\
 n_{3st} &= F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)) (1 - F_{4s(t-\tau_4)}) \\
 n_{4st} &= F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1))) (1 - F_{5s(t-\tau_5)}) \\
 n_{5st} &= F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{6s(t-\tau_6)}) \\
 n_{6st} &= F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))))) (1 - F_{7s(t-\tau_7)}) \\
 n_{7st} &= F_{7s(t-\tau_7)} (m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))))) (1 - F_{8s(t-\tau_8)}) \\
 n_{8st} &= F_{8s(t-\tau_8)} (m_8 + F_{7s(t-\tau_7)} (m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))))) (1 - F_{9s(t-\tau_9)})
 \end{aligned}$$

4. 整體模式建立

線性型態：

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

s.t

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

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

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

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

$$n_{1st} = F_{1st} m_1 (1 - F_{2s(t-\tau_2)})$$

$$n_{2st} = F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1) (1 - F_{3s(t-\tau_3)})$$

$$n_{3st} = F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)) (1 - F_{4s(t-\tau_4)})$$

$$n_{4st} = F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1))) (1 - F_{5s(t-\tau_5)})$$

$$n_{5st} = F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{6s(t-\tau_6)})$$

$$\begin{aligned}
n_{6st} &= F_{6s(t-\tau_6)} \left(m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} \left(m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} \left(m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} \left(m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} \left(m_2 + F_{1st} m_1 \right) \right) \right) \right) \right) \left(1 - F_{7s(t-\tau_7)} \right) \\
n_{7st} &= F_{7s(t-\tau_7)} \left(m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} \left(m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} \left(m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} \left(m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} \left(m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} \left(m_2 + F_{1st} \right) \right) \right) \right) \right) \right) \left(1 - F_{1s(t-\tau_8)} \right) \\
n_{8st} &= F_{8s(t-\tau_8)} \left(m_8 + F_{7s(t-\tau_7)} \left(m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} \left(m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} \left(m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} \left(m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} \left(m_3 + F_{2s(2-\tau_2)} \left(m_2 + F_{1st} \right) \right) \right) \right) \right) \right) \right)
\end{aligned}$$

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

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

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

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

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

$$n_{1st} = F_{1st} m_1 (1 - F_{2s(t-\tau_2)})$$

$$n_{2st} = F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1) (1 - F_{3s(t-\tau_3)})$$

$$n_{3st} = F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)) (1 - F_{4s(t-\tau_4)})$$

$$n_{4st} = F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1))) (1 - F_{5s(t-\tau_5)})$$

$$n_{5st} = F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))) (1 - F_{6s(t-\tau_6)})$$

$$n_{6st} = F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} m_1)))))) (1 - F_{7s(t-\tau_7)})$$

$$n_{7st} = F_{7s(t-\tau_7)} (m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(t-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} \right) \right) \right) \right) \right) (1 - F_{1s(t-\tau_8)})$$

$$n_{8st} = F_{8s(t-\tau_8)} (m_8 + F_{7s(t-\tau_7)} (m_7 + F_{6s(t-\tau_6)} (m_6 + F_{5s(t-\tau_5)} (m_5 + F_{4s(t-\tau_4)} (m_4 + F_{3s(t-\tau_3)} (m_3 + F_{2s(2-\tau_2)} (m_2 + F_{1st} \right) \right) \right) \right) \right) \right)$$

3.2 參數估計(Parameter Estimation)

在參數估計上，本研究利用非線性最小平方法程序(Nonlinear Least Squares)求解。本研究需決定之參數值有，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。

$$\text{Min} \sum_{i=1}^1 \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} [(RS_{ist} - (N_{ist} - N_{ist-1}))^2]$$

Subject to :

$$0 \leq p_{is} \leq 1$$

$$0 \leq q_{is} \leq 2$$

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

本研究利用 Excel 2003 中之規劃求解作為求解工具，詳細步驟如下。

Step1 : 輸入產品歷史資料，產品時間序列資料、廣告費用及價格資料。

Step2 : 設定需求解參數值，給予參照位址；這些參數為 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 與 a 、 b 、 c 、 d 值。

Step3 : 輸入多代擴散模式，以及線性、指數兩種外部影響、內部影響模式。

線性：

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

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

指數：

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

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

Step4 : 設定目標函數。

$$\text{目標函數： } \text{Min} \sum_{i=1}^1 \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} [(RS_{ist} - (N_{ist} - N_{ist-1}))^2]$$

Step5 : 進入規劃求解視窗。

Step6：設定目標儲存格，即 Step4 中之目標函數位址。

Step7：設定變數儲存格，即 Step2 中之參數/變數位址。

Step8：設定限制式

$$0 \leq p_{is} \leq 1$$

$$0 \leq q_{is} \leq 2$$

Step9：設定規劃求解中選項內容，選擇非線性規劃及設定誤差容忍範圍。

Step10：求解。

根據以上 10 個步驟，即可求出模式中之最佳 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 與 a 、 b 、 c 、 d 及最佳目標函數值。

3.3 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。

$$\text{總變異} \quad SST = \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RS_{ist} - \overline{RS})^2$$

$$\text{隨機變異} \quad SSE = \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^4 \sum_{t=T_s}^{T_{s+1}} (RS_{ist} - n_{ist})^2$$

$$\text{判定係數} \quad R^2 = \frac{(SST - SSE)}{SST}$$

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

第四章 數值分析

4.1 個案情境設定

模式針對具有多世代產品特性如電腦週邊設備，及電子相關的產品，此類商品具有需求不確定性、銷售季短等特質。就不同世代商品的新舊之爭來說，業者會採取廣告行銷、折扣出清等手段以達到提升產品線整體收益、保持市場佔有率與降低庫存等目的。

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。

整體模式設定為生命週期位階相對應之價格與廣告預算為固定與變數兩種形式，並以直線與指數兩種型態表達外部影響與內部影響。每代產品持續觀察三十個單位時間，最多可演化八個世代。首先對於 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 與 a 、 b 、 c 、 d 等模式中的參數進行參數估計後，並就第三章所建立的多世代擴散模型加以分析：

1. 固定價格與廣告預算變化的軌跡，和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。
2. 在固定價格與廣告支出變化的軌跡下，觀察不同的價格與廣告預算水準，對於產品擴散過程的影響。
3. 以直線與指數兩種型態表達外部影響與內部影響，比較兩種不同型態的表達方式，對於擴散過程的影響。

4.2 實證產品介紹

動態隨機存取記憶體 (Dynamic Random Access Memory, DRAM) 在許多晶圓廠，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。根據 iSupply 2005 年 4 月的研究報告，全球記憶體模組產業全世界前十大當中，台灣上榜的有

四家，因此台灣在全球的記憶體模組產業扮演著重要的角色。台灣記憶體模組產業，在現階段保有短期優勢的原因為半導體產業群聚之助益。

由於該產業並技術門檻不高，進入障礙低，相較於上游的晶圓廠高技術與資本能力，記憶體模組產業其主要的競爭能力在於銷售力的強弱。特別是該產業的產品價格變動劇烈，廠商必須能夠以快速的應變能力，以應對起伏不定的價格走勢。

而 DRAM 市場主要以 PC 市場為主要應用範圍，PC 以及其週邊設備佔 DRAM 的消費量高達 9 成以上的水準，雖然近幾年以來，包括手機、數位相機、DVD 及 PDA 等消費性電子產品陸續興起，亦增加對 DRAM 的需求量，但畢竟所佔的比重仍舊偏低，DRAM 市場的興衰仍與 PC 市場息息相關。

新興市場的崛起，擴大 DRAM 需求

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，根據 iSuppli 的資料顯示，2003 年歐美地區佔全球 DRAM 市場的需求量已由過去的六成下滑至 49% 的水準，相對的，亞洲地區(包含日本及中國大陸)所佔的比重已逾五成，顯示伴隨地區經濟的高度成長，亞洲已成為全球 DRAM 市場最重要的市場，尤其以中國大陸地區成長幅度最為驚人，2003 年佔全球比重已由過去的 6% 上升至 10%，由於中國大陸的經濟持續高度成長，對全球 DRAM 市場的影響力將與日俱增。

消費性電子領域崛起，增加 DRAM 的應用面

雖然近年以來 PC 產業在市場已趨飽和下，成長力道大幅萎縮，取而代之的是消費性電子產品的崛起(表 4.1)，其中包括：手機、數位相機及 DVD 等產品出貨量持續提昇，未來這些非 PC 之消費性電子產品對記憶體的需求與日俱增，將成為刺激 DRAM 市場成長的另一個重要動力來源。

DRAM 價格變動迅速，可說是一日數市，故快速供貨能力是其重要的競爭力之一。台灣記憶體模組產業在產業群聚後形成，比起其它國家的記憶體模組產業更具有競爭力。由於台灣市場小，所有的廠商無不立足台灣，放眼

國外市場，特別是美國、歐洲、日本與大陸等主要市場。由於台灣 DRAM 廠主要是幫國外的 DRAM 公司代工，例如：力晶替日本三菱、南科替 IBM、華邦替富士通等。而其多餘的產能，便將晶圓片 (Waffer) 比原廠顆粒低的價格，銷售給台灣模組廠商，加上產業群聚效果，故產生價格比起他國具有競爭力。

表 4.1 DRAM 下游應用概況

DRAM 下游應用概況		(單位：百萬顆)			
	2003	2004	2005(F)*	2006(F)	2007(F)
電腦	61.7	62.6	64.1	65	65.5
週邊	33.0	32.4	30.8	29.1	27.6
消費性電子	2.6	2.2	2.2	2.5	3.1
通訊	0.8	0.8	1.0	1.5	1.8
工業用	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9

*：(F)表 Forecasting。

資料來源：IDC(國際數據資訊)-2004 產經資訊

4.3 市場需求函數推估結果

本研究採用一般最容易使用的直線型市場需求函數，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；報告中提及有關近年來 DRAM 價格變化 (表 4.2)、全球 DRAM 供需概況及國內 DRAM 廠商現況等資料，關於全球 DRAM 供需概況說明如下：

1. DRAM 是半導體產業中最大的產品項目，佔整體半導體產值約 15%。
2. 2003 年全球 DRAM 顆粒總產出量約 29.33 億顆，較 2002 年的 18.85 億顆成長僅約 55.6%，成長率可算是相對較低的 1 年。因為以往 DRAM 產出量年平均成長率應在 60%~70%。
3. 2004 年 1~10 月全球 DRAM 顆粒總產出量約 35.2 億顆，若 11、12 月維持約 4% 月成長，全年累計總產出約達 44 億顆，較 2003 年成長 50%。

表 4.2 近十年來各季 DRAM 價格變化

	1Q	2Q	3Q	4Q
1992	-10.4%	-8.3%	-5.3%	-3.5%
1993	3.5%	7.8%	8.0%	4.5%
1994	-8.9%	-5.9%	-1.0%	2.2%
1995	-2.1%	6.9%	-0.9%	-6.2%
1996	-25.2%	-45.8%	-40.8%	-15.4%
1997	-20.6%	9.9%	-16.4%	-31.0%
1998	-28.4%	-25.8%	-18.3%	16.3%
1999	3.3%	-20.6%	-3.1%	43.5%
2000	-38.7%	3.5%	20.8%	-34.7%
2001	-39.4%	-37.7%	-50.8%	-9.3%
2002	-	-15.0%	-14.5%	1.0%
2003	-15.8%	-7.5%	15.4%	3.8%
Average	-16.6%	-11.5%	-8.9%	-2.4%

資料來源：德信綜合證券 2004 年 12 月 DRAM 產業專題

依上述 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如下：

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：

$$72.6 / (52.9 + 80.3 + 28.5 + 72.6 + 172.6) \times 100\% = 72.6 / 406.9 \times 100\% = 17.84\%$$

因此推估 2003 台灣整體 DRAM 需求量为 5.23×10^9 (顆)，同理推估台灣 1996~2003 年的 DRAM 需求量为，如表 4.3。

表 4.3 1996-2003 年台灣 DRAM 需求量为

YEAR	需求量为
1996	0.17×10^9
1997	0.28×10^9
1998	0.45×10^9
1999	0.75×10^9
2000	1.24×10^9
2001	2.04×10^9
2002	3.37×10^9
2003	5.23×10^9

3. 假設電子業四季景氣循環的比例平均是 $\Rightarrow 15:10:35:40$ (整體 = 100)，以計算台灣各年各季的 DRAM 需求量，如表 4.4。

表 4.4 1996-2003 年台灣各季 DRAM 需求量

YEAR	需求量 (單位：10 ⁹ 顆)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
1996	0.0255	0.0170	0.0595	0.0680
1997	0.0420	0.0280	0.0980	0.1120
1998	0.0675	0.0450	0.1575	0.1800
1999	0.1125	0.0750	0.2625	0.3000
2000	0.1860	0.1240	0.4340	0.4960
2001	0.3060	0.2040	0.7140	0.8160
2002	0.5055	0.3370	1.1795	1.3480
2003	0.7845	0.5230	1.8305	2.0920

4. 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 價格趨勢計算如表 4.5。(非實際價格)

表 4.5 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

5. 以簡單線性迴歸進行資料分析，推導八個世代的市場需求函數如表 4.6。

表 4.6 八個世代的市場需求函數

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

6. 經由 Stackelberg 數量競爭模型，設定企業八個世代的反應函數（如表 4.7）；反應函數之基本形式為 $q_y = (a - b \times q_x) / (2 \times b)$ 。

表 4.7 企業本身八個世代之反應函數

世代	反應函數
1	$q_y = -145071429 - 0.5 \times q_x$
2	$q_y = -1709868421 - 0.5 \times q_x$
3	$q_y = -122426471 - 0.5 \times q_x$
4	$q_y = -3359615385 - 0.5 \times q_x$
5	$q_y = -1423456790 - 0.5 \times q_x$
6	$q_y = -1330147058 - 0.5 \times q_x$
7	$q_y = -1709868421 - 0.5 \times q_x$
8	$q_y = -1500781250 - 0.5 \times q_x$

7. 經演算後推估各世代 DRAM 的市場潛量如表 4.8。

表 4.8 各世代 DRAM 的市場潛量

世代	市場潛量 (單位:10 ⁹ 顆)
1	0.0725
2	0.8549
3	0.0612
4	1.6798
5	0.7117
6	0.6651
7	0.8553
8	0.7504

4.4 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，結果如表 4.9、表 4.10。

表 4.9 線性模式化外部影響與內部影響參數估計表

參數值	$k_1=0.006550$	$k_2=0.004456$	$k_3=0.071056$	$k_4=0.363712$
<i>SST</i>	4.69547E+14			
<i>SSE</i>	7.50342E+13			
<i>SSR</i>	3.94513E+14			
R^2	0.840198987			

表 4.10 指數模式化外部影響與內部影響參數估計表

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

一般而言，判定係數越大代表研究模型的解釋能力越強，配適度越大。以本研究的原始資料而言，兩種多世代產品擴散模型都具有良好的解釋能力。

4.5 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，因為產品要獲得消費大眾的認同，達到一定的銷售規模，需要長時間的演化，如果下一世代更新、功能性更強的產品上市的時間過早，則原本有意願購買該產品的消費者會轉而購買新一代的產品，如此並不利於上一世代產品的銷售過程。反之，若下一代產品的上市時間太晚，雖然有利於前一世代的演化，卻同樣會壓縮到未來產品的獲利性。此外，推出新一世代產品時，即使只針對原先產品作小幅度改版或功能性的更新，仍然需要付出研發設計成本(固定成本)，因此，除非該世代產品的推出具有獲利性，否則就成本的考量上，並不宜貿然推出新一代產品。

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 1996-2003 年 DRAM 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. 將價格與廣告支出設定為固定變化

a. 線性模式

表 4.11 線性模式之參數設定

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

表 4.12 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 20% 求解結果

整體收益	10,886,188,950,345							
最佳代數	L=8							
價格	1,441	1,213	1,122	1,295	1,344			
廣告	400,000	320,000	240,000	160,000	80,000			
	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	11	12	17	20	21

表 4.13 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 15% 求解結果

整體收益	15,032,795,367,271							
最佳代數	L=7							
價格	1,949	1,949	1,657	1,417	1,431			
廣告	400,000	340,000	280,000	220,000	160,000			
	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	4	6	9	13	17	21	24

表 4.14 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 10% 求解結果

整體收益	17,985,302,043,941							
最佳代數	L=5							
價格	1,730	1,060	1,097	1,326	866			
廣告	400,000	360,000	320,000	280,000	240,000			
	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	5	6	10	12	16	20	21

從表 4.12，4.13，4.14 比較發現內外部影響呈線性模式時，當價格變化依 1996-2003 年資料起伏時，廣告支出降幅愈小，最佳代數愈少，整體收益卻愈大；以表 4.12 與 4.13 為例，表 4.12 的廣告降幅為 20%，即使平均價格較高，最佳代數也較多，但整體收益卻比廣告降幅為 10% (表 4.14) 要來的少。就行銷上給予合理的解釋為，雖然廣告成本較高，當持續大量的廣告能刺激消費，因此仍能為企業帶來較大的收益。

b. 指數模式

表 4.15 指數模式之參數設定

$p_{i,s} = p_0 \times e^{aAr_{i,s} + bPr_{i,s}} \quad q_{i,s} = q_0 \times e^{cAr_{i,s} + dPr_{i,s}}$					
$p_0=0.03$	$q_0=0.15$	$a=0.288174$	$b=0.024217$	$c=0.058463$	$d=0.235468$

表 4.16 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 20%求解結果

整體收益	18,042,473,399,956							
最佳代數	L=8							
價格	1,441	1,213	1,122	1,295	1,344			
廣告	400,000	320,000	240,000	160,000	80,000			
	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	9	13	17	18	23

表 4.17 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 15%求解結果

整體收益	18,139,245,391,529							
最佳代數	L=5							
價格	1,730	1,060	1,097	1,326	866			
廣告	400,000	340,000	280,000	220,000	160,000			
	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	7	10	12	15	20	22

表 4.18 價格變化依 1996-2003 年資料、廣告支出降幅 10%求解結果

整體收益	18,235,699,015,093							
最佳代數	L=7							
價格	1,949	1,949	1,657	1,416	1,431			
廣告	400,000	360,000	320,000	280,000	240,000			
	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	6	9	13	16	19	23

從表 4.16，4.17，4.18 比較發現內外部影響呈指數模式時，當價格變化依 1996-2003 年資料起伏時，廣告支出降幅仍分為 20%、15%、10%，最佳代數分別為 8 代、5 代、7 代，整體收益雖亦有明顯差額，但與線性模式相比，較無軌跡可依循。以表 4.17 與 4.18 為例，表 4.17 的廣告降幅為 15%，平均價格較低，最佳代數也較少，整體收益亦比廣告降幅為 10% (表 4.18) 要來的少。

2. 將價格與廣告支出設為變數

a. 線性模式

表 4.19 線性模式下將價格與廣告支出設為變數求解結果

整體收益	223,872,526,135,562							
最佳代數	L=5							
第一代價格	2,003	2,022	2,016	2,991	1,342			
第一代廣告	115,560	152,360	102,820	165,020	360,100			
第二代價格	1,032	1,849	2,930	1,701	2,807			
第二代廣告	100,330	429,860	382,110	490,010	261,890			
第三代價格	1,509	2,729	2,025	1,635	2,807			
第三代廣告	478,740	143,510	490,250	365,710	268,760			
第四代價格	2,779	1,577	1,033	2,769	2,471			
第四代廣告	153,680	277,020	159,740	247,490	492,220			
第五代價格	2,834	1,993	2,662	2,460	2,547			
第五代廣告	460,460	345,140	471,070	132,230	377,010			
第六代價格	2,930	1,487	1,473	2,166	1,988			
第六代廣告	120,130	474,850	422,610	125,820	341,670			
第七代價格	1,577	1,523	2,319	2,126	2,661			
第七代廣告	338,280	237,770	129,420	270,280	107,700			
第八代價格	1,339	1,421	2,627	2,938	---			
第八代廣告	182,630	397,130	213,750	144,910	312,180			
	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	4	7	11	14	15	18	23

b. 指數模式

表 4.20 指數模式下將價格與廣告支出設為變數求解結果

整體收益	81,318,391,633,923							
最佳代數	L=7							
第一代價格	2,410	2,035	2,388	2,347	2,757			
第一代廣告	295,510	356,680	298,120	196,380	311,770			
第二代價格	2,032	2,675	2,416	2,990	2,115			
第二代廣告	100,100	283,260	381,300	485,970	300,290			
第三代價格	2,159	2,709	2,693	2,616	2,515			
第三代廣告	271,530	132,370	242,680	191,260	288,530			
第四代價格	2,485	2,601	2,284	2,166	2,515			
第四代廣告	129,280	467,420	454,880	430,990	412,990			
第五代價格	2,372	2,084	2,111	2,526	2,355			
第五代廣告	240,810	216,030	126,730	333,630	434,250			
第六代價格	2,700	2,084	2,950	2,350	2,915			
第六代廣告	404,880	325,010	177,300	183,050	390,460			
第七代價格	2,422	2,222	2,720	2,246	2,139			
第七代廣告	293,050	327,170	443,780	250,310	214,010			
第八代價格	2,504	2,058	2,833	2,859	---			
第八代廣告	156,310	321,130	355,150	135,940	272,630			
	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	4	6	11	12	16	18	21

就市場行銷而言，降價促銷可以在短期內刺激銷量並擴大市場佔有率，有利於產品的擴散，但同時也會造成企業獲利率衰退，價格調漲難以實行，以及殺價競爭的後果。同樣的，企業透過廣告宣傳增加產品的曝光率，以塑造產品形象及增進消費者對於該產品的認知，因此，在一般情況下，廣告預算的增加，雖然對於產品的銷售有正面的幫助，但不合理的廣告預算卻會造成企業營運的沉重負擔。經由數值分析的結果，可以得出以下結果：

- (1) 無論是在線性模式或指數模式下，最佳代數皆少於 8 代，從表 4.19 及 4.20 發現，企業若堅持仍上市第八代，即使廣告成本不斷投入，但在末代的價格已不盡理想，顯然對整體收益無明顯助益。
- (2) 企業若加入多代產品上市時間點與生命週期相對位階考量，以及視產品擴散過程而動態調整價格與廣告預算，相較於固定價格與廣告預算支出，可以有效的增進產品線整體收益。
- (3) 多世代產品上市時間點的拿捏與演化代數決定了整體產品線收益，模式中藉由衡量各世代產品擴散過程、市場潛在獲利與研發成本等因素，可以求出產品最佳上市時間點與演化代數，使得整體產品線收益最大化，而非個別世代收益最大。

第五章 結論與未來研究方向

5.1 結論

在一般市場結構下，雙廠商之間是錯綜複雜的動態競爭關係，不論在競爭或合作情況下，市場需求因素、廠商成本結構及廠商市場地位，都應納入考量以切合實際。本研究由上述實證分析可總結以下幾點結論：

1. 首度結合賽局理論與多代擴散模型，利用Stackelberg數量競爭模式，輔以歷史資料推導出市場需求函數，進一步推估出各世代的市場潛量，使擴散模型推導結果更符實際。管理者可擷取企業內產品的歷史資料，做類似的推導，以預測消費市場的需求潛量。
2. 以貝氏擴散模型對於多世代產品銷售行為的描述為起點，以線性和指數型態模式化外部與內部影響，探討其對於產品擴散過程的影響，假設價格、廣告隨著時間而持續變動，對企業來說，具有對市場反應快速，決策者彈性大的優點。
3. 多世代產品的市場銷售量，實際上是由各代產品的上市時間所掌握的，次世代產品的上市時間如果過早，會使得正在銷售的產品市場潛量產生排擠或是替代效果，上市時間過晚則壓縮到下一世代產品的銷售過程，本文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，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。
4. 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。

以實證結果而論，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。

5.2 未來研究方向

由於本研究為初次將賽局與擴散模型做一合併討論，為方便問題的分析，僅探討同質雙占廠商為對象，在研究的過程中發現幾項建議將可使本研究更為完善，在此歸納整理如下：

1. 現實環境中的市場需求函數，影響因素眾多，非單純的線性模式，未來可嘗試以非線式模式表達。
2. 賽局理論中的競爭模型除了Stackelberg產量競爭模型外，尚有價格競爭及聯合利潤最大模型等，後續研究可試著以其他模型代入運用。
3. 本研究假定企業間的競爭行為同質雙占，所以成本結構大致相同，若可以加入市場上不同品牌間相互競爭的動態環境，除了可模擬世代產品間的替代行為外，更能表達市場上企業競爭的策略考量。
4. 行銷決策的方法與制定程序有其複雜性，未來研究可以採用其他的定價方法與廣告策略，或是建立一套完整的行銷程序，以觀察產品上市後的銷售狀況，藉以提供企業決策者在進行市場分析或者是產品線規劃時的依據。

參考文獻

1. 郭晉杰，2000，全擴散及類神經網路產品生命週期模式，私立東海大學碩士論文。
2. Aaker, D. A., *Strategic Market Management*, New York City: The Free Press, 1996.
3. Alepuz, M.D., and Urbano A., "Duopoly experimentation : Cournot competition" , *Mathematical Social Sciences*, vol.37, pp.165-188,1999.
4. Ansoff, H. I., *Implanting Strategic Management*, N.J: Prentice-Hall, 1984.
5. Barnali, G., Pal, D., and Sarkar, J., "Spatial Cournot competition and agglomeration in a model of location choice", *Regional Science and Urban Economics* vol.27, pp.261-282, 1997.
6. Bass, Frank M., "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, 15 (January), pp.215-227, 1969.
7. Bhadury, J., and Eiselt H.A., "Brand positioning under lexicographic choice rules", *European Journal of Operational Research*, vol.113, pp.1-16, 1999.
8. Blackman, A.W., "The Market Dynamics of technological substitutions." *technological forecasting and social change*, vol.6, pp. 41-63, February 1974.
9. Engelbert, J., and Gaunersorfer, A., "On the profitability of horizontal mergers in industries with dynamic competition", *Japan and the World Economy*, vol.13, pp.195-216, 2001.
10. 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.
11. Forgyat, T. C., "Varying the probability of mutation in the genetic algorithm", *Proceedings of the 3rd International Conference on Genetic algorithms*, pp.104-109, 1989.
12. Fourt, L. A. and J. W. Woodlock, "Early Prediction of Market Success for Grocery Products", *Journal of Marketing*, vol. 25, pp.31-38, 1960.
13. Gian, I.B., and Kopel, M., "Equilibrium selection in a nonlinear duopoly game with adaptive expectations", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol.46, pp.73-100, 2001.
14. Goldberg, D.E., "*Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*", Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
15. Horsky, Dan and Leonard S. Simon, "Advertising and the Diffusion of New Products", *Marketing Science*, vol.2, pp.1-17, 1983.
16. James, C., and Walker, M., "Learning to play Cournot duopoly strategies ", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol.36, pp.141-161, 1998.
17. Kim, N., D. R. Chang and A. D. Shocker, "Modeling Intercategory and Generational Dynamics for A Growing Information Technology Industry," *Management Science*, vol. 46, pp.469-512, 2000.

18. Lawrence, Kenneth D. and William H. Lawton, “*Applications of Diffusion Models: Some Empirical Results*”, in *New Product Forecasting*, Y. Wind, Vijay Mahajan, and Richard C. Cardozo, eds. Lexington, MA: Lexington Books, 1981.
19. Levitt, T., “Exploit the Product Life Cycle”, *Harvard Business Review*, Nov.-Dec., pp.81-94, 1995.
20. Mahajan V. and E. Muller, “Timing, Diffusion, and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations: The IBM Mainframe Case”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 51, pp.109-132, 1996.
21. Mahajan V., Eitan Muller, and Frank M. Bass, “New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research”, *Journal of marketing*, vol. 54, pp.1-26, 1990.
22. Mahajan Vijay, and Subhash Sharma, “Simple Algebraic Estimation Procedure for Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol.30, pp.331-346, December 1986.
23. Mahajan, V. and R. A. Peterson, “Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population”, *Management Science*, vol. 24, pp.1589-1597, 1979.
24. Mahajan, Vijay, Eitan Muller and Rajendra K. Srivadtava, “Determination of Adopter Categories by Using Innovation Diffusion Models “, *Journal of Marketing Research*, vol, XXV II .pp37-50, 1990.
25. Mansfield, E. F., “Technical Change and the Rate of Imitation”, *Econometrica*, vol. 29, pp.741-766, 1961.
26. Michalewicz, Z., *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verg Berlin Heidelberg, 1994.
27. Michele, B., and Zaccour, G., “Equilibria in asymmetric duopoly facing a security constraint”, *Energy Economics*, vol.23, pp. 457-475, 2001.
28. Murata, T. and Ishibuchi, H., “Performance evaluation of genetic algorithms for flowshop scheduling problems”, *Proceedings the First IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, vol.2, pp.812-817, 1994.
29. Norton, J. A. and F. M. Bass, “A diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High Technology Products,” *Management Science*, vol. 33, pp.1069-1086, 1987.
30. Norton, J. A. and F. M. Bass, “Evolution of Technological Generations: The Law of Capture,” *Sloan Management Review*, winter, pp.66-77, 1992.
31. Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of Innovation*, 3rd. New York: The Free Press.
32. Sang-Seng, Y., “Market structure and incentives to innovate: the case of Cournot oligopoly“, *Economics Letters*, vol.65, pp.379-388, 1999.

33. Schmittlein, David C. and Vijay Mahajan, "Maximum Likelihood Estimation for an Innovation Diffusion Model of New Product Acceptance", *Marketing Science*, vol.1, pp.57-78, Winter 1982.
34. Speece, M. W. and D. L. MacLachlan, "Forecasting Fluid Milk Package Type with a Multigeneration New Product Diffusion Model", *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 39, no. 2, pp.169-175, 1992.
35. Thomas, Robert J., "Estimating Market Growth for New Product: An Analogical Diffusion model Approach", *Journal of Product Innovation Management*, vol.2, pp.45-55, March 1985.
36. Wang, X.H., "Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model", *Economics Letters*, vol.60, pp.55-62, 1998.
37. Xing, W., and Wu F.F., "A game-theoretical model of private power production", *Electrical Power and Energy System*, vol.23, pp.213-218, 2001.