

國立政治大學財政學系碩士論文

指導教授：陳國樑 博士



網路外部性下的市場演化

研究生：魏全志 撰

中華民國九十九年七月

謝辭

說真的，想不到我也有書寫謝辭的這一天。

書寫謝辭的現在，距離剛完成論文的時點已近半年，回想當時看日出、聽晨鳥的艱辛，終究也苦盡甘來。能有這段難得的碩士時光，首先必定得感謝宅男讀書團的不離不棄。人生的路上，有你們這群一起奮鬥的夥伴，我好幸運。沒有你們，我絕對沒辦法坐在電腦前書寫這段謝辭。孔明大學長，當了你六年的直屬學弟，謝謝你大小活動、事件都會出現的貼心照顧，謝謝。家伶學伴，口試好險有妳的幫忙，讓我得以順利地渡過。

論文撰寫的過程中，顛顛簸簸。雖然顛簸的來源，都是來自於自身的散漫。因此，始終沒有達成國樑老師在每次面談中所傳達出的每份期待，更顯得抱歉。國樑老師口中處處皆學問的觀念，讓我在最初搜尋題目的啓程上，順利許多。過程中，對於數理模型探討時，老師拾起紙筆陪著我一起推導，格外溫馨。甚至到了最後口試階段，國樑老師始終給予我各方面的提醒與照顧，除了感謝，尚有更多的感動。此外，當時國樑老師幫我寫的交換學生推薦信，至今依然保留著。當自己怠惰低迷的時候，我都會拿起來重讀一遍，告訴自己：「背負著如此期待的我，更應打起精神好好努力。」國樑老師，謝謝您。

周老師德宇，除了感謝您在口試時提醒的許多小細節外，我會向老師豐富有趣的口條學習邁進。碩班期間選了德宇老師的兩堂課程，在論文寫作的過程中，也成了我重要的資訊來源之一。黃老師景沂，謝謝您指出了數理模型中，應該注意的細節，以及整體邏輯上的缺失，讓我的論文不顯殘缺得以圓滿。

餘歌小姐，謝謝妳在我碩班生涯的陪伴，無論熬夜早起，謝謝妳給我的無限心安。以及我在邏輯上轉不出頭緒的時候，妳提供的思緒總給我最需要的幫助。

最後，僅獻給我最最親愛的爸媽。碩班二十好幾的我，仍然依賴著你們的照顧。雖然離有所成就還有好一段路，但我會在軍旅生涯後盡快獨立生活，不用勞煩你們擔心。很謝謝你們，你們是我心中最棒的父母親。

魏全志

民國一百年 軍旅前夕

摘要

現今的科技產品環境，當新產品進入市場時，因為舊有產品使用者建構的網路外部性下，不容易開拓其市佔率。過去討論網路外部性的文獻中，大多僅探討一項新產品與舊有產品競爭的情況。然而，現實中往往出現多項產品同時在市場上競爭。本文模型建立在 Jassen and Mendys (2007) 上，來探討擁有較高網路外部性之舊產品，面臨同時出現兩項品質較好之新產品時，市場佔有率的分佈樣貌。此模型中，存在於市場上的消費者對品質及網路外部性的偏好為異質，且模型中的消費者每期皆會重複購買該產品。本文發現，三項產品同時存在於市場上的穩定均衡解不存在，且市場均衡解將會出現在僅剩品質最優的新產品及既存舊產品共存的市場下，品質居中的產品無法存活於市場。新產品品質與舊產品品質間的差距不大時，舊產品仍然主導市場；若新產品品質明顯優於既有產品品質時，則新產品會拿下整個市場。且當品質優勢超過八分之一時，新產品將很快地占領整個市場。

關鍵字：網路外部性、動態分析、市場演化

Abstract

The market today is a harsh environment for new firms introducing new technologies into it, because users of existing products have already constructed a tough network which cannot be shaken easily. On network externality, previous researches only analyzed the condition of one new product competing with one old product. However, in reality, there are often more than two products competing with each other in the market.

Based on Jassen and Mendys (2007), our model further discusses the outcome of the competition between two new superior products and an old inferior product. Consumers have different preferences of the quality and network externality of a product, and buy one product in each period. The outcome reveals that there is no stable equilibrium solution, when three products co-exist in the market. Stable equilibrium solution exists when there are only two products, the best one and the worst one, in the market. The product with middle quality cannot survive.

Also, old products can still possess the most part of the market when the quality differs subtly between new and old products. But when the quality of new products is apparently higher than that of old products, then new products could take over the whole market. We discovered that the quality difference must be greater than 0.125 for new products to dominate the market quickly.

Keywords: Network Externality, Dynamic Analysis, Market Evolution

目錄

第一節 緒論.....	1
第二節 文獻回顧	6
2.1 總體的網路外部性	6
2.2 個體的網路外部性	9
2.3 小結	12
第三節 模型設定	14
3.1 基本假設	14
3.2 模型討論	17
第四節 結果分析	25
第五節 結論與建議	34
5.1 總結	34
5.2 建議	34
參考文獻.....	36

圖目錄

圖 1 最初打字機字母排列方式	2
圖 2 混搭相容性 (mix-and-match compatibility) 模型.....	10
圖 3 $Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下，	22
圖 4 $Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下，	22
圖 5 $Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下，	23
圖 6 $Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下，	23
圖 7 Case 1 時，三項產品市佔率	26
圖 8 Case 1 時，三項產品市佔率	26
圖 9 Case 2 時，三項產品市佔率	27
圖 10 Case 4 時，兩項產品市佔率	27
圖 11 Case 4 時，兩項產品市佔率.....	27
圖 12 當品質差距小於八分之一時的動態調整過程.....	28
圖 13 $Q < 0.125$ 時， a 產品隨時間變化之市佔率.....	30
圖 14 $Q < 0.125$ 時，新產品在不同品質差距下到達穩定時所花期數， 以及穩定時市佔率.....	32
圖 15 $Q > 0.125$ 時，新品市佔率隨時間經過之趨勢圖.....	33

表目錄

表 1	與間接網路外部性有關之市場例子	8
表 2	圖 3 至圖 6 條件配置表	21
表 3	$Ex_i^b > 1/3$ 時，各產品市場佔有率之兩情況	25
表 4	$Ex_i^b < 1/3$ 時，各產品市場佔有率之兩情況	25



第一節 緒論

新推出的商品，為什麼無法成爲主宰市場的新秀？亦或將此問題反過來思考，為什麼已存在市場上的商品，無法保有其既有市場佔有率的優勢，讓新進場的廠商，知難而退？

人們選購商品的時候，除了考慮價格，其實更在意的是購買行爲後的使用過程。過往的經濟學架構下，效用是由「購買」每單位商品所貢獻，但現實生活中，效用是在我們使用該商品後，才得以實現。以「邊際效用遞減」的概念而言，「每多購買一單位財貨，所獲得的效用會逐漸下降」；但其實如此的論述若適用於食物，如蘋果這類財貨時，應該以「每多食用一單位蘋果，所獲得的效用會逐漸下降」，這樣的論述方式較準確。因爲單純的「購買」行爲，並不會帶來效用的滿足，而應該是「使用」或「食用」某財貨後，才會獲得效用的滿足。

現實生活中的商品性質各有不同，諸如食物此類非耐久財所能給予的效用，較不易因爲外在條件的改變而使得實現效用有所提升；然而耐久財提供的效用卻往往會受到外在條件的影響及他人的行爲而有所改變。例如購買車輛時，人們除了選擇車輛本身的價格、性能、配備以外，亦會選擇該車廠所能提供的保養服務或價格是否良好、合理。Katz and Shapiro (1985) 對消費者如此的考量行爲，以外國車商進入本土市場爲例，提出了以下論述：「..., foreign manufacturers' sales initially were retarded by consumers' awareness of the less experienced and thinner service networks that existed for new or less popular brands.」。或又如人們使用電腦編輯文書資料時，選擇儲存的檔案格式，會存爲較共通的.doc 或.pdf 格式，而不傾向存爲運用較新編寫技術且檔案大小較精簡但不易流通.docx 格式。

人們停滯在既有產品上的原因，其實是受到無形的網路所牽絆，也就是說購買相同或相似商品的消費者，建構了一組看不見的網路。該網路影響了人們在消

費決策上的決定，也就是所謂的「網路外部性」。¹ 網路外部性的存在，促使企圖進入市場的廠商，在開始競爭以前即面臨很大的挑戰。

過去討論網路外部性的文獻中，最常被提及的例子就屬鍵盤按鍵配製的發展和家用錄影帶的規格戰，以下將對此二例作介紹。

例子一・QWERTY、Dvorak、Maltron

現今使用的電腦鍵盤，幾乎都採用 QWERTY 規格。1867 年，由 Christopher Latham Sholes 還有他的朋友 Carlos Glidden、Samuel W. Soule 推出最初的打字機。最初字母排列方式如圖 1，



圖 1 最初打字機字母排列方式

當時是用英文字母順序所排列，但隨著使用者打字速度的上升，某些字母幾乎同時按壓時，機械臂會產生碰撞使得打字機產生損壞。為了減少打字機的損毀，經過六年的努力，到了 1873 年 Sholes 才發明 QWERTY 規格的打字機。當初 QWERTY 規格的雛形，雖然和現今人們所使用的有些微差距，但卻已經被運用了將近 140 年。如此長的時間當中，也有其他廠商曾發明新的按鍵排列方式，以企圖搶佔打字機的市場，但仍舊沒辦法突破 QWERTY 鍵盤既存的市場。² 原因出在於當時打字機的購買者大多為公家機關或私人企業，其並不願意付出額外的訓練成本來讓員工熟悉新規格鍵盤的使用，他們需要的是能夠立即上工的打字員。

¹ Katz and Shapiro (1985) 中將此概念做了以下定義：「There are many products for which the utility that a user derives from consumption of the good increases with the number of other agents consuming the good」，且該文又說道：「the utility that a given user derives from the good depends upon the number of other users who are in the same “network”」。

² 1880 年代，the Hammond and the Blickensderfer 推出了一款「Ideal」鍵盤，其主要鍵盤欄 (home row) 是以「DHIATENSOR」的方式所排列，其宣稱該十個字母可以組合成幾乎百分之七十的英文單字，但仍舊無法成功打敗 QWERTY 鍵盤。

一旦採用了新的鍵盤規格，則必須負擔額外訓練成本的考量，因此鞏固了 QWERTY 鍵盤的市場，而一路沿用迄今。

1932 年，August Dvorak 和 W. L. Dealey 推出新的鍵盤規格 DSK (Dvorak Simplified Keyboard)，並指出 QWERTY 鍵盤擁有多缺點，如：有些單字在打字時，會讓使用者產生不順手的動作、用同一隻手指打某些單字、或只使用到左手...等缺點，而 DSK 鍵盤規格正是為了改善這些缺點而出現。Dvorak 在 1940 年代曾利用美國海軍做了實驗，宣稱只要針對 DSK 鍵盤的操作做十天訓練，之後所得之工作表現，就可以彌補適應時期所花費的訓練成本，但仍舊無法突破 QWERTY 既存的優勢。³ 到了 1975 年，個人電腦 Apple II 內建有轉換成 DSK 鍵盤規格的功能，但似乎很少人去點用那項功能，再度證實了 DSK 鍵盤規格的失敗。⁴

1977 年開始正式販售的 Maltron 鍵盤，設計概念是藉由鍵盤造型改變成立體形狀，以符合手部人體工學，來避免長期使用鍵盤產生的傷害。Maltron 鍵盤將左右手的打字區域拆開成兩個區塊，以避免雙手擠在同一平面上。按鍵的配置，是基於對每個按鍵作使用頻率的統計後，而將主要鍵盤欄 (home row) 改成「ANISFDTHOR」的安排方式。如此的配置方式，可以比 QWERTY 鍵盤打出更多完整的單字。且該鍵盤還將最常使用的英文字母「E」獨立至左手大拇指可以直接按達的位置，產生字母「E」和「空白鍵 (space bar)」對稱的配置。雖然 Maltron 鍵盤有許多改善，但使用族群大多為肌肉受損的病患作為復健使用，無法成為市場上眾所接受的主流。更者，Maltron 鍵盤甚至仍然出售 QWERTY 及 Dvorak 配置方式的鍵盤，更能從此情況當中，觀察到 QWERTY 鍵盤地位的鞏固。

³ Liebowitz and Margolis (1990) 指出，1940 年代所進行的測試是由海軍少校 August Dvorak，也就是 DSK 鍵盤設計者所主導，所以並沒有客觀地顯示出 DSK 鍵盤是否能夠產生較高的打字速度。之後在 1950 年代，由美國聯邦政府總務管理局 (General Services Administration) 主導的研究和海軍的研究相比，呈現完全相反的結果。而其他研究則指出操作兩種鍵盤設計的打字速度，幾乎沒有任何差別。

⁴ 但在某些國家，Apple 電腦的鍵盤排列方式，仍有 DSK 鍵盤格式的存在，如法國。

例子二 • Betamax、VHS、Video 2000

最初在 1975 年，VCR (Video Cassette Recorder) 市場中，Betamax 曾經擁有幾乎全部的市場，但決策上的錯誤，造成後進的 VHS 推出兩年之後，就從 Betamax 手中搶過大部分的市場。1979 年，更後進的 Video 2000 配備著新技術出現，但 Betamax 及 VHS 已擁有大部分的市場，所以並沒有引起消費者太多的注意。

起初，Betamax 的 Sony 公司認為，人們希望錄影帶能夠攜帶方便，所以設計出較小體積的錄影帶，錄影時間僅為 60 分鐘；然而推出 JVC 認為，消費者在乎的是錄影帶錄製時間的長短，故推出體積較大，卻能提供 120 分鐘錄影時間的 VHS。⁵ 如此錄影時間的長度差別，造就了 Betamax 的失敗。因為人們如果要錄製電影影片時，Betamax 無法提供足夠的錄影時間，消費者勢必會選擇 VHS。⁶

Sony 見到如此情況，推出運用新技術可讓錄影時間長達 5 小時的錄影帶，但 VHS 更擠出了 10.6 小時錄影時間的錄影帶。Sony 認為較長的錄影時間，必須以較差的畫質作為代價。但消費者似乎對畫質並不那麼在意，因為買一支 10 小時的 VHS 錄影帶終究比買兩支 5 小時的 Betamax 錄影帶來得便宜。到了 1981 年，Betamax 在美國的市占率跌到僅剩 25%；在英國，Betamax 所保有的 25% 市佔率，到了 1986 年也僅剩 7.5% 並持續跌落。

在 Betamax 和 VHS 的競爭過程中，也有另外的格式—Video 2000—加入了戰局。該格式是由 Philips 和 Grundig 共同推出，其錄影時間可達 8 小時及擁有新的動態尋軌 (Dynamic Track Following) 技術，讓消費者在搜尋畫面的同時，也能觀看到乾淨無噪點的影像呈現。然而，較晚進入市場的情況下，家用錄影帶市場已被 Betamax 及 VHS 所瓜分，始終無法開拓出其市場，所以 Video 2000 在 1988 年提早離開了市場。

⁵ Sony 會有這樣的想法，也是因為之前 Sony 和 Matsushita 合作推出的 U-Matic 規格錄影帶，錄影時間只有 60 分鐘。

⁶ 當時在美國，Betamax 所提供的錄影時間，無法完整地錄下一場足球賽、一部電視劇或是一部電影，而 VHS 提供了足夠的錄影時間。

以上兩個例子，可以發現新推出的產品（如：Dvorak、Maltron）若無法明顯優於既有產品（如：QWERTY）時，仍舊無法打敗既存於市場上之產品。亦可從上述例子中發現，新推出之商品（如：VHS）若品質能明顯優於舊有產品時，是可以與既有產品（如：Betamax）匹敵甚至勝過既有產品的；但新產品（如：Video 2000）面對著已被既有產品分食的市場且無法推出足夠品質優勢之產品時，僅能接受被市場淘汰的結果。故可知，新產品品質勢必要明顯優於既有產品，才有可能戰勝既有產品所擁有的市佔率。

本文將基本上將由 Jassen and Mendys (2007) 所架設的模型下，討論僅存在一商品的市場，出現兩項新產品時，消費者會如何在坐擁較大網路外部性的既有產品或擁有較高品質特性的新產品之間作選擇。並利用動態分析找出何種結果為穩定解，及透過模擬的方式找出何項產品會在長期中勝出。



第二節 文獻回顧

Economides (1996) 認為分析網路外部性的文獻可分成兩類。其一類為認同且假定網路外部性的存在，並將此現象放入數理模型中以獲得結果之文獻，此類文獻稱為「總體方法 (macro approach)」⁷。另外一類的文獻，打算找出產生網路外部性的根源，此類文獻則稱為「個體方法 (micro approach)」⁸。故以下將先回顧「總體」概念下的網路外部性，再接著討論「個體」概念下，網路外部性的形成。

2.1 總體的網路外部性

Katz and Shapiro (1985) 認為許多商品所提供的效用，會受到使用相同商品的使用者人數增加而上升，並將網路外部性對效用的影響，分成兩個來源：

- (a) 直接效果 (direct effects) 來自人和人之間具有無論實體或虛擬連結的網路，例如使用同一家手機通訊公司的消費者，可以享有網內互打費率較便宜的優惠；或是當前正流行的社群互動網頁 Facebook，一旦更多人加入該網頁平台，當前使用者就能夠和其他人產生更多互動，使得該社群網頁使用者的效用得以提升。
- (b) 間接效果 (indirect effect) 乃並非消費者間相互影響、互動產生的好處，而是隨著使用者數量上升時時，其他好處的產生。如隨著 iPhone 銷售數量持續上升後，會有更多軟體開發商願意投注心力，去研發 iPhone 可用的軟體，而消費者可選擇的軟體種類增加，效用勢必上升。⁷

該文透過相互牽伴的網路存在下，去分析寡佔市場中的廠商，會選擇獨自蠻幹、各自創造獨立的規格以作為市場分割，或是和其他廠商共用相同規格，一起

⁷ 網路外部性不一定皆能為消費者帶來正面效用。例如電話網路在跨年期間會因為過多的使用者，而壅塞；太熱門的電腦作業系統，如 Microsoft Windows 系列較易受到電腦病毒的侵襲，然而 Apple Mac 系統卻得以聲稱沒有任何病毒攻擊。

分享市場利潤。該文兩個主要的發現，其一為建立在假設每個消費者對網路外部性的願付價格不同且對市場均衡擁合理性預期 (rational, or fulfilled expectations)，若消費者預期某一廠商可能成為市場優勢擁有者，那麼消費者的願付價格則會上升，而該廠商因為消費者如此期望下，成為「實際上」真正的市場優勢擁有者。其二為廠商在選擇生產相容性商品時，如果是擁有較好商譽或擁有既存較大網路的廠商，會傾向於生產獨立規格的商品，而忽視了生產相容性商品可能對整體社會造成的好處；相反的，小廠商則會積極地加入或推動產品間的相容性。

Katz and Shapiro (1986) 認為正的網路外部性存在下，競爭均衡可能會呈現無效率的結果。因為消費者進行決策時，會忽略其他人享受的網路效果。當標準化產生時，有可能是較差的標準被選擇。故該文認為現存享有優勢的科技，擁有策略性的先行者優勢 (first-mover advantage)，如 QWERTY 排列的電腦鍵盤。往後的供應商若要進入市場，則必須提出具有穿透性的定價 (penetration pricing) 打破市場，等到市場養成之後再將調整價格至擁有正利潤的水準，如 VHS 最初進入錄影帶市場的策略。

現今受歡迎的產品，其成功乃立基於過去輝煌的銷售史。然而，正因為網路外部性的存在，消費者更會去在意產品的未來發展性。其未來發展性並不只受限於硬體製造商所引發的直接網路外部性效果，軟體配合商更在間接網路外部性效果扮演重要的角色。

硬體產品間的相容與否造成了網路外部性的間接效果產生，而間接網路外部性效果促成了硬體商與軟體商之間相互依存的關係。Gupta, Jain, and Sawhney (1999) 認為這樣的共生關係，其實是個「雞生蛋，蛋生雞 (chicken-and-egg)」的問題。硬體生產者希望軟體配合商能夠提供各式各樣的軟體來刺激硬體的消費，但軟體配合商卻希望等到硬體平台被大部分消費者所接受時，才願意選擇於平台上發展。表 1 列出了一些因為間接網路外部性而產生「雞與雞蛋」問題的互補性市場。表中智慧型手機與作業系統的問題屬於類似的問題，若大部分軟體開發商

選擇了特定平台作發展，那麼另外被冷落的平台即面臨較無法吸引消費者的情況；然而要讓軟體開發商武斷地決定在何種平台上發展，也得要該平台擁有對消費大眾足夠的吸引力（如 Apple 公司推出的 iPhone、iPad），才足以讓軟體開發商願意奉獻成爲該平台競爭時相輔相成的夥伴。而近期內產生討論熱潮的電子書，面臨著相同的問題。目前有些電子書平台並非使用開放格式，故書籍內容供應商以及消費者一旦選擇了某特定平台，相對地失去了閱讀其他數位內容的機會。而該文針對美國數位電視產業所作的分析指出，消費者對數位電視的接受度大部分會受到配合廠商的影響，又尤其在高畫質電視（high definition television）市場特別顯著。

表 1 與間接網路外部性有關之市場例子

市場類型	生產者	配合廠商
智慧型手機	掌上型電腦製造商 (Acer、HP、Apple、HTC)	軟體開發商
信用卡	信用卡公司 (MasterCard、JCB、Visa)	一般商家
電子書	電子書製造商 (Apple、Amazon、Barnes&Noble)	書籍出版社
作業系統	作業系統製造商 (Microsoft、Apple)	硬體生產者、 軟體製造商

資料來源：Gupta, Jain, and Sawhney (1999)

Church, Gandall, and Krause (2008) 認爲間接網路外部性對消費者選購該項商品後，是否確實有外部效果的產生，有以下三個要件：(1) 軟體種類必須是規模報酬遞增，因爲若軟體種類爲固定規模報酬下，當購買硬體設備的消費者數量增加時，軟體種類的數量將會固定不動，且價格亦不會調降；(2) 軟體市場可以自由進出，因爲若該市場無法自由進出，則當選用硬體或軟體的消費者數量增加

時，察覺商機的軟體開發商將無法即時進場，以致無法提供更多的軟體種類可供選擇；(3) 消費者偏好軟體的多樣性，是爲了要建立所有消費者的效用與軟體供應數量正向關係的連結。該文章中，並指出市場中無效率的情況，將會在軟體種類不足以覆蓋整個市場時而產生。

上述討論的概念，在 Janssen and Mendys (2007) 此篇文章中作了概括式的討論。該文並未將網路外部性的直接與間接效果分開，而是認定網路外部性的存在，並將市場佔有率設定爲詮釋網路外部性的內生參數，以討論消費者在兩項不同時期推出的科技產品中做選擇時，市場會有怎麼樣的變化。其中，因產品設定爲具有網路外部性的科技產品，故潛在消費者進行消費決策時，會將除了產品品質以外的參數，即網路外部性放入考慮。較晚推出的產品品質理當應比舊產品來得好，然而新產品所擁有的網路外部性卻難以挑戰舊產品已建立之網路，故市場偏好將不一定朝著新產品偏倚。此篇文章的結果指出，除非新產品的品質差異遠遠超過舊有產品（品質差距達到四分之一），不然只能獲取小於四分之一的市場佔有率。而未能拿下所有市佔率的新產品將會使得整以社會福利下降，因爲選擇新產品的消費者離開了選擇舊產品的消費者網路，使得舊產品消費者享有的網路外部性下降。唯有新產品品質差距超過臨界值（該文中爲四分之一）並取得全部市場時，社會福利才會達到社會最適的水準。

2.2 個體的網路外部性

Economides (1996) 提出的個體方法概念，是從「混搭模型 (mix-and-match model)」出發，討論沒有網路外部性存在下的兩廠商，各自生產一產品，卻可以交互相容 (reciprocal compatible) 下，所形成之網路，如圖 2。⁸ 例如兩家車輛製造商分別生產的兩種車款，任意到兩車廠皆可進行維修，而此時的兩車廠面對交互相容性下，是否選擇變更產品規格，以避免可獲取之利潤被對手奪取。結果發

⁸ 最初乃源起於 Matutes and Regideau (1988)。

現，當混合需求大於自身所能創造之需求時，廠商將選擇相容性的存在；反之當產品自身足以創造夠大量的需求時，廠商將不希望相容性的存在。

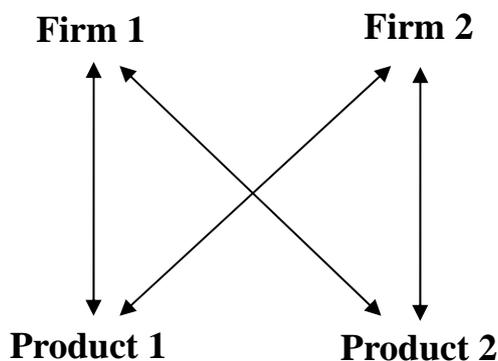


圖 2 混搭相容性 (mix-and-match compatibility) 模型

然而，以上的討論皆著墨於廠商行為，卻忽略了產品使用者之間所構成之網路。現實中，消費者選購商品前的決策過程，可能透過上網搜尋資料、詢問親朋好友意見...等方式，作為決策參考。若商品資訊提供者希望詢問者能夠透過自身的介紹，因而進到同商品的網路之中，那麼詢問者即很有可能受到他人的影響而進行購買行為。

網路上分享的文章或意見，是否對整體社會造成影響？可以看看 Farrell and Drezner (2008) 提出的看法。該文章討論部落格 (weblogs) 的讀者數量占整體社會雖屬少數，但會去瀏覽那些名人或所謂「政治菁英 (political elites)」所經營之部落格的閱讀者，大多為希望獲得新聞題材的記者。透過那些主流媒體的傳播，使得從部落格引用出的意見，成為一股政治力量。讀者群的分布不均，加上記者取材的來源和現實關聯性結合在一起下，促成的新聞及意見，容易在這股部落格的氛圍中浮上檯面。如此情況讓政治人物注意到，政治是可能透過部落格氛圍下的框架而有所改變。

現存部落格提供了人們簡便的分享方式來讓大家發布對事物的看法及觀點、有趣的故事、或是成為與他人互動的工具。該文章中提到一個關鍵，指出建立部落格的使用者，用來獲取效用滿足的方式，是賺取貨幣 (currency)；該貨幣的計

算標準，是以點閱率來計算。亦即部落客 (blogger) 會盡可能吸引他人來造訪其部落格，以促使點閱率的上升。若要製造足夠的吸引力來使他人點擊該部落格之連結網址，除了四處到其他部落格中瀏覽留下足跡外，吸引他人造訪的主要來源還是得靠提供文章使其他人願意造訪自己的部落格。部落格上提供的文章內容，大多從自身生活上出發，使得我們可以發現各式不同題材的文章，會出現在部落格中，如：數位產品或各式車輛試用報告、各地餐廳餐後紀錄、旅遊紀錄、服飾搭配心得、化妝品及化妝技巧...等。

如同 Farrell and Drezner (2008) 認為，閱讀群組雖然屬於少數，但會去蒐尋那些資訊的人，反而更容易受到那些資訊影響。正如同跑政治新聞線的記者會去專注政治人物在不同場合發表的言論，當然部落格上的言論也不例外。而有意操作大眾潮流者，亦可解讀為發表者希望透過其文章，使閱讀者之後的決策行為受到影響，進而朝某些特定方向前進的人，則可能透過這樣的方式達成目的。故有購買數位產品意圖之消費者，上網搜尋資訊後，有很高的機會受到部落客的意見影響，而進行購買行為。

Farrell and Rabin (1996) 此篇文章認為訊號 (signal) 或訊息的傳遞並非傳統文獻中認為透過價格機制的顯現，反而認為是由日常生活中的非正式談話所促成。以應徵工作為例，雇主無法得知前來應徵者的實際能力，故得透過面試的方式來了解互相的底細。面談過程中即成為某種形式上的「cheap talk」，用來做為訊號的傳遞機制。若應徵者有不說實話的動機產生時，「cheap talk」的談話過程就失去其意義。其中，訊息的傳遞除了需要被了解 (be understood) 還要被相信 (be believed)。因此我們可以得知，無論是有利害關係的囚犯困境賽局 (prisoner dilemma)，或需要協商的兩性戰爭賽局 (battle-of-sexes)，若能透過談話來傳遞訊息，相信會有更高效率的結果出現。

人和人之間的關係，無論利害衝突或需要協同並進，透過交談的方式，可以有效地影響各自的報酬矩陣，引導到較好的報酬結果。所以本文一開始提到，網

路外部性是透過使用人數上升而增加，則既存於該網路中的消費者，若希望他們所享有的網路外部性能夠繼續上升，則透過非正式的交談方式，如網路論壇上的文章分享、電子布告欄上的推薦文章、甚至平常生活中跟身旁友人的談話...等，進而使其透過眾人皆使用該項數位產品形成的網路外部性，使其獲得之效用得以提升。

接著，討論焦點放到未進行購買行為之消費者身上。Banerjee and Fudenberg (2004) 探討透過「口耳相傳 (word-of-mouth learning)」的學習，來描述消費者資訊蒐集的行為，對人們決策產生的影響。文章中假設消費者面對兩樣商品作選擇，每一期的新消費者都以比例抽樣的方式向前期消費者詢問，他們對其所選擇之商品的滿意程度，作為兩產品的決策參考。長期結果下，大家皆會採取同樣的消費決策。另外，當只有使用經驗特別滿意 (或特別不滿) 的消費者願意提供資訊的報導偏誤 (reporting biases) 存在時，收到且相信該資訊的消費者，會選擇前者推薦 (或不選擇前者批評) 的商品，加速了群聚 (herding) 效應的發生。

由以上討論可知，網路外部性同時影響著廠商決策以及消費者兩層面。面對廠商競爭結果下的消費者，僅能扮演接受者的角色，在有限的資訊下進行消費決策。Goolsbee and Klenow (2002) 則針對 1997 年在美國的家用電腦購買行為做了實證上的研究。當時背景為電腦正開始普及之階段，且售價並不如現今低廉，故一個家庭若願意購買電腦，其勢必有原因藏納其中。實證研究結果指出，尚未購買電腦的家庭，若其所在地區之周邊有較高比例的鄰居或身旁的朋友群中，已擁有電腦的話，該家庭較易發生購買電腦之行為。又尤其身旁有長時間使用電腦習慣者或密集使用者 (intensive user) 出現時，更容易被影響而購買電腦。

2.3 小結

無論人與人之間的溝通行為，或使用產品所形成之網路，皆有著相互牽連的關係存在。而本文從建立在個體概念上的總體模型出發，將網路外部性視為給定

並放入模型中來討論，現實生活中，出現相同類型之商品數量，並非以往模型中假設的僅僅兩種，本文則從 Jassen and Mendys (2007) 的模型架構下出發，探討原僅存在一項舊產品的市場上出現兩項新產品時，消費者將如何在產品品質差異與網路外部性的抵換關係中作抉擇，且市場上的競爭情況將如何分佈。接著，再透過數值模擬的方式，找出何項產品會在長期下勝出。



第三節 模型設定

3.1 基本假設

此模型中，消費者對於不同的科技產品，擁有異質性偏好。消費者單純地就該科技產品的品質及其網路外部性之大小，作為決策依據。由於本模型探討焦點為產品品質與其網路外部性在消費者心中的抵換關係與產品之決定，故未放入其他因素，例如價格競爭或廠商間之互動。本篇文章將依循如此設定方式，來分析消費者遇到三個產品時，會如何做決策，進而使得市場比例會有何變化。

模型中，假設每期消費者都會購買一單位產品，且模型中每期消費者數量維持相同。⁹ 市場上原先只存在 c 產品，到了本期同時出現了兩項新產品，分別為 a 及 b 。此三項產品為同質性產品，且互相各不相容，但能夠帶給消費者的功能皆相同，唯一差別在於三者品質不同，其中 a 產品品質最優、 b 產品品質次佳、 c 產品品質最差。 c 產品品質雖差，但因 c 產品既存於市場上，故現存使用 c 產品之消費者群，在 a 、 b 兩樣新產品出現時，不一定會轉換選用新產品。

消費者選購產品之規則，乃依據何項產品能帶來最大效用來選擇。商品帶給消費者的效用可透過下式描述：

$$u_{\alpha,\beta}^i(t) = v + \alpha \cdot q^i + \beta \cdot x_t^i, \quad i = a, b, c; \quad t = 1, \dots, k. \quad (1)$$

(1)式中， v 為對該產品的基本評價，即如同若需使用印表機列印資料，無論印表機的功能豐富與否，只要能列印出需求的文件，那麼每台印表機的基本評價 v 皆為相同。 i 分別代表 a 、 b 、 c 三項產品；其中 q^i 分別為三樣產品之品質，且依循先前提及之品質優劣順序， $q^a > q^b > q^c$ ，並假設三者品質間差距之關係為

⁹ 但並不表示本模型中分析的財貨為非耐久財，而是將此處各期的概念，延長到各種不同產品的可用年限，如：個人電腦使用年限約為四年、家用車輛約為十二年...等。到了長期，消費者終究需要購買新的財貨，故採用每期消費者皆購買一單位的重複購買行為設定。

$q^a - q^b = q^b - q^c \equiv Q$ ， $q^a - q^c = 2 \cdot Q$ 。 x_t^i 為第 t 期時三項產品的市場佔有率，且三項產品市佔率總合為一，

$$\sum_i x_t^i = 1, \quad 0 \leq x_t^i \leq 1, \quad i = a, b, c. \quad (2)$$

將產品各期市場佔有率放入消費者效用函數中，其原因為網路外部性缺乏絕對的衡量標準，例如購買家電產品時，消費者可能考慮原廠維修據點的分佈；選擇手機通訊業者時，消費者可能將身旁親友現存使用之門號業者優先納入考慮，或考量各家基地台分佈密度...等因素。前述種種考量，與市場佔有率之間含有間接或直接的關係，故此處使用市場佔有率作為詮釋網路外部性之參數。

(1)式中的 α 及 β 分別代表特定消費者對「品質」及「網路外部性」的偏好程度，分別置於 q^i 及 x_t^i 前面，作為對兩項偏好之加權參數。為簡化分析，故假設 $0 \leq \alpha \leq 1$ ， $0 \leq \beta \leq 1$ ，且 α 、 β 均勻分布於零到一之間。

新產品推出至市場上前，該期 ($t=1$) 的市占率為零，即

$$x_{t=1}^j = 0, \quad j = a, b, \quad x_{t=1}^c = 1. \quad (3)$$

市場上新產品品質較優之訊息，是為大眾所知，故新產品所擁有的市占率雖為零，但消費者會知道新品品質優勢之定位，故追求高品質商品而較不注重網路外部性 (高 α , 低 β) 的消費者還是有可能於次期 ($t=2$) 時購買擁有高品質的新產品。¹⁰ 消費者以理性預期 (Rational Expectation) 的方式去評估，三項產品在往後期間 ($t > 1$) 時，各產品市場佔有率之變化。此時將(1)式改寫為：

¹⁰ 現實中，新推出之產品無論是透過廣告主動地向消費者傳播，亦或是意圖購買該項產品的消費者，透過參訪官方網站或向銷售人員詢問，這些都是獲得各產品品質資訊的方式。例如每一款新規格數位產品的推出，筆記型電腦、液晶顯示器、數位相機...等，甚至到車輛的詳細規格，幾乎在網路、報章雜誌上，皆能得到該資訊。各消費者對新舊產品間的品質差距，會有一定的了解，接著再依各自的需求去選擇採用何項產品。

$$E[u_{\alpha,\beta}^i(t)|x_t] = v + \alpha \cdot q^i + \beta \cdot Ex_t^i, \quad i = a, b, c; \quad t = 1, \dots, k. \quad (4)$$

到目前為止，可以得到整個消費決策行動過程的面貌。最初，市場上只存在一項產品，故所有消費者只有該商品可供購買；等到兩項新產品進入市場過後，消費者以極大化其預期效用為目標作為購買商品之準則。擁有 (α, β) 偏好的消費者，若且為若下式成立時，會購買新產品，

$$v + \alpha \cdot q^j + \beta \cdot Ex_t^j \geq v + \alpha \cdot q^c + \beta \cdot Ex_t^c, \quad j = a, b. \quad (5)$$

(4)式中，擁有不同偏好的消費者，對市場上第 t 期 i 產品市占率的預測 (Ex_t^i) ，會是對 i 產品市占率的預測 (Ex^i) ；倘若消費者對 i 產品市占率的預測與實際市佔率相同 (x^i) 時，那麼整個市場將會達到均衡狀態，定義如下：

Definition 1 「均衡定義」

當下列條件成立時，會有一組 (Ex^i, x^i) 成為均衡解。

- (a) 每個擁有 (α, β) 偏好的消費者，給定 $Ex_t^i = Ex^i$ 下，極大化其預期效用函數

$$E[u_{\alpha,\beta}^i(t)|x_t], \quad i = a, b, c;$$

- (b) 預期市佔率和實際市佔率相同時， $Ex^i = x^i$ ， $i = a, b, c$ 。 □

3.2 模型討論

消費者在新舊產品間的抉擇過程中，將分別比較 a 、 c 與 b 、 c 此兩組產品所能提供的預期效用，可得下列式子：

$$a \succ c \quad \text{iff} \quad \alpha \cdot (q^a - q^c) > \beta \cdot (Ex_t^c - Ex_t^a), \quad (6)$$

$$b \succ c \quad \text{iff} \quad \alpha \cdot (q^b - q^c) > \beta \cdot (Ex_t^c - Ex_t^b). \quad (7)$$

除了比較新舊產品的預期效用外，若消費者選擇了新品中之一時，必須再比較兩新品間預期效用的高低

$$a \succ b \quad \text{iff} \quad \alpha \cdot (q^a - q^b) > \beta \cdot (Ex_t^b - Ex_t^a). \quad (8)$$

若有一名消費者之偏好 (α^*, β^*) 對三項產品感到無異時，則此三式可改寫為：

$$a \approx c \quad \text{iff} \quad \alpha^* = \beta^* \cdot \frac{(Ex_t^c - Ex_t^a)}{(q^a - q^c)}, \quad (6')$$

$$b \approx c \quad \text{iff} \quad \alpha^* = \beta^* \cdot \frac{(Ex_t^c - Ex_t^b)}{(q^b - q^c)}, \quad (7')$$

$$a \approx b \quad \text{iff} \quad \alpha^* = \beta^* \cdot \frac{(Ex_t^b - Ex_t^a)}{(q^a - q^b)}, \quad (8')$$

上述三式可以於依 β 為橫軸、 α 為縱軸的坐標平面中，繪製圖形。但上述三式之斜率尚未確定，故以下將透過 Proposition 1、Proposition 2 的討論，來找出(6)、(7)、(8)之關係。模型中，消費者對產品品質以及網路外部性的偏好不為負，故依 β 為橫軸、 α 為縱軸的坐標平面上，繪製(6')、(7')、(8')圖形斜率亦不為負，故提出 Proposition 1。此外，本文目標乃試圖找出三項產品皆能存在於市場上之情況，故 Proposition 1 將亦指出三項產品同時存在（舊產品不被淘汰）之條件。

Proposition 1 「正斜率條件」

- (a) 舊產品的預期市佔率必須大於新產品的預期市佔率，即 $Ex_t^c - Ex_t^j > 0$ ，
 $j = a, b$ 。否則，消費者會購買新產品。
- (b) 若舊產品預期市佔率不大於三分之一，整個市場將被兩項新產品所擁有，則
舊產品會失去整個市佔率，故 $Ex_t^c > 1/3$ 。

Proof :

- (a) 由(4)、(5)式可知消費者透過比較產品間預期效用，來決定購買何項產品，故

$$\begin{aligned} & E[u_{\alpha,\beta}^j(t)] - E[u_{\alpha,\beta}^c(t)] \\ &= (v + \alpha \cdot q^j + \beta \cdot Ex_t^j) - (v + \alpha \cdot q^c + \beta \cdot Ex_t^c) \\ &= \alpha \cdot (q^j - q^c) + \beta \cdot (Ex_t^j - Ex_t^c), \quad j = a, b. \end{aligned} \quad (9)$$

(9)式的第一項 $\alpha \cdot (q^j - q^c)$ 在模型中 $q^a > q^b > q^c$ 的設定下必大於零；若
 $Ex_t^c - Ex_t^j < 0$ ，即舊品預期市佔率小於新品預期市佔率時，(9)式中第二項
 $\beta \cdot (Ex_t^j - Ex_t^c)$ 將會大於零，故可知

$$\begin{aligned} & E[u_{\alpha,\beta}^j(t)] - E[u_{\alpha,\beta}^c(t)] \\ &= \alpha \cdot (q^j - q^c) + \beta \cdot (Ex_t^j - Ex_t^c) > 0, \quad j = a, b. \end{aligned} \quad (9')$$

則消費者將購買新產品。

現實觀念而言，舊產品在品質上已無法與新品抗衡時，若舊產品所擁有之網路外部性無法勝過新品之網路外部性(舊品預期市佔率小於新品預期市佔率)

時，消費者必然購買新品。¹¹

(b) 由前項證明中得知，若 $Ex_t^c - Ex_t^j < 0$ 時，舊產品將失去全部市場，則以

$$\because Ex_t^c - Ex_t^a < 0, Ex_t^c - Ex_t^b < 0$$

$$\Rightarrow 2 \cdot Ex_t^c - (Ex_t^a + Ex_t^b) < 0,$$

$$(\because \sum_i Ex_t^i = 1, Ex_t^a + Ex_t^b = 1 - Ex_t^c)$$

$$\therefore 2 \cdot Ex_t^c < 1 - Ex_t^c \Rightarrow Ex_t^c < \frac{1}{3}. \quad (10)$$

故(10)式表示若舊產品預期市佔率小於三分之一，則將不會有任何消費者購買舊產品，亦即若舊產品到了次期尚得以存在之條件為，其預期市佔率需大於三分之一。□

Proposition 2 「斜率相對位置條件」

給定 $q^a - q^b = q^b - q^c \equiv Q$ ， $q^a - q^c = 2 \cdot Q$ 下，且(6')、(7')、(8')三式之斜率分別定義為，

$$\frac{Ex_t^b - Ex_t^a}{q^a - q^b} \equiv m_{ab}, \quad \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{q^a - q^c} \equiv m_{ac}, \quad \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{q^b - q^c} \equiv m_{bc}. \quad (11)$$

則三者斜率有以下關係：

$$\text{If } Ex_t^b > 1/3, \text{ then } m_{ab} > m_{ac} > m_{bc}, \quad (12)$$

¹¹ Farrell and Saloner (1985) 中有提到消費者面對新推出的產品，仍然因為舊產品網路外部性較大的原因，而未立即購買新產品，如此情形稱為「過度惰性 (excess inertia)」；新產品推出時，新網路尚未建構完成前，消費者卻購買新產品，則該情況稱為「過度衝動 (excess momentum)」。但在本模型中之理性消費者，是依據產品擁有的品質及網路外部性作消費上的決策，故不會有此種情形發生。

$$\text{If } Ex_t^b < 1/3, \text{ then } m_{ab} < m_{ac} < m_{bc}. \quad (13)$$

Proof :

由於(6')、(7')、(8')三式皆從原點出發，故決定其相對位置之因素，由各式斜率決定，而以下分別依三種情形討論：

(i) (6')、(8')的斜率分別為： m_{ac} 、 m_{ab} ；

$$\begin{aligned} \text{If } m_{ac} - m_{ab} &\equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{q^a - q^c} - \frac{Ex_t^b - Ex_t^a}{q^a - q^b} \equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{2 \cdot Q} - \frac{Ex_t^b - Ex_t^a}{Q} \geq 0, \\ \text{then } \frac{3 \cdot Ex_t^b - 1}{2 \cdot Q} &\geq 0 \Rightarrow Ex_t^b \geq \frac{1}{3} \Leftrightarrow m_{ab} \geq m_{ac}. \end{aligned} \quad (11-1)$$

(ii) (6')、(7')的斜率分別為： m_{ac} 、 m_{bc} ；

$$\begin{aligned} \text{If } m_{ac} - m_{bc} &\equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{q^a - q^c} - \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{q^b - q^c} \equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{2 \cdot Q} - \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{Q} \geq 0, \\ \text{then } \frac{3 \cdot Ex_t^b - 1}{2 \cdot Q} &\geq 0 \Rightarrow Ex_t^b \geq \frac{1}{3} \Leftrightarrow m_{ac} \geq m_{bc}. \end{aligned} \quad (11-2)$$

(iii) (7')、(8')的斜率分別為： m_{bc} 、 m_{ab} ；

$$\begin{aligned} \text{If } m_{bc} - m_{ab} &\equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{q^b - q^c} - \frac{Ex_t^b - Ex_t^a}{q^a - q^b} \equiv \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{Q} - \frac{Ex_t^b - Ex_t^a}{Q} \geq 0, \\ \text{then } \frac{3 \cdot Ex_t^b - 1}{Q} &\geq 0 \Rightarrow Ex_t^b \geq \frac{1}{3} \Leftrightarrow m_{ab} \geq m_{bc}. \end{aligned} \quad (11-3)$$

(iv) 由(11-1)、(11-2)、(11-3)可得知，三條斜直線之斜率有以下關係：

$$\text{If } Ex_t^b > 1/3, \text{ then } m_{ab} > m_{ac} > m_{bc}, \quad (12)$$

$$\text{If } Ex_t^b = 1/3, \text{ then } m_{ab} = m_{ac} = m_{bc},^{12} \quad (11')$$

$$\text{If } Ex_t^b < 1/3, \text{ then } m_{ab} < m_{ac} < m_{bc}. \quad (13)$$

故可得知 b 產品預期市場佔有率與三分之一的關係，將會決定(6')、(7')、(8')式在圖形中之相對位置，並決定市場佔有率分佈結果。¹³ □

透過以上 Proposition 1、Proposition 2 的討論，可以於 β 為橫軸、 α 為縱軸的坐標平面中，繪出(6')、(7')、(8')之圖形，並可知三項產品的市場佔有率分佈情況，如圖 3、圖 4、圖 5、圖 6，且各圖形間關係如下：

表 2 圖 3 至圖 6 條件配置表

Proposition 1 Proposition 2	$1/3 < Ex_t^c < 1/2$	$1/2 < Ex_t^c$
$1/3 < Ex_t^b$	圖 3	圖 4
$Ex_t^b < 1/3$	圖 5	圖 6

其中，將預期第 t 期 c 產品市占率與二分之一之關係分成兩情況討論，乃因繪製圖形時，預期第 t 期 c 產品市占率大於三分之一與否，將使得各產品市佔率計算結果產生改變，故必須將 Proposition 1 中預期第 t 期 c 產品市占率大於三分之一之條件再細分成與二分之一的關係之兩情況。

圖 3 中，若 $Ex_t^b > 1/3$ 且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ ，於均衡條件— $Ex_t^i = x_t^i$ —成立時，如

¹² 當 $Ex_t^b = 1/3$ 時，在加上 Proposition 1 提到，預期 c 產品市場佔有率必須大於三分之一，此情況下的預期 a 產品市場佔有率勢必小於三分之一。但透過計算，可以發現 Proposition 2 下的 $Ex_t^a = 1/3$ 、 $Ex_t^c = 1/3$ ，產生矛盾，故預期 b 產品市場佔有率不為三分之一。

¹³ 分析結果將於第四章呈現。

(12)式所述，(6')式斜率大於(7')、(8')兩式之斜率，且(7')是坐落於(6')、(8')兩式中間，而此三式劃分出來之區塊即為三項產品市佔率。圖形中，各產品市佔率分佈的經濟直覺，乃圖形中靠近 α 軸的消費者，為注重高品質之消費者，選擇 a 產品；靠近 β 軸的消費者，為注重網路外部性之消費者，選擇 c 產品。故由 $a \approx b$ 與 α 軸圍成的三角形區域為 a 產品市場占有率， x_t^a ；由 $a \approx b$ 與 $b \approx c$ 線圍成的梯形區域為 b 產品市場占有率， x_t^b ；由 $b \approx c$ 與 β 軸圍成的三角形區域為 c 產品市場占有率， x_t^c 。¹⁴

若預期 c 產品市場占有率大於二分之一時，圖3將有些許變化，如圖4：

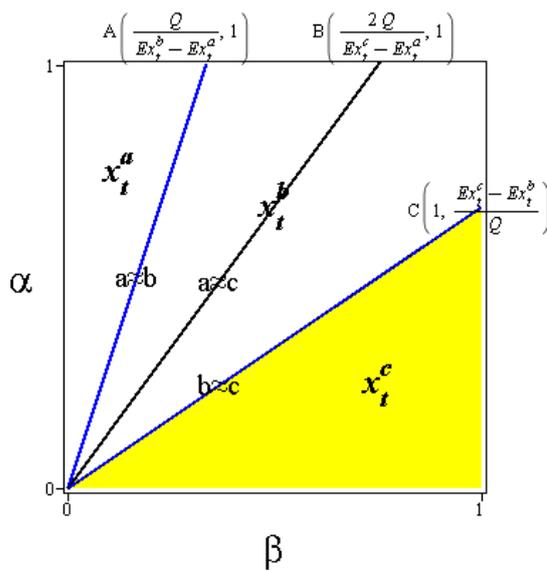


圖 3 $Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下，

三項產品面積分佈圖

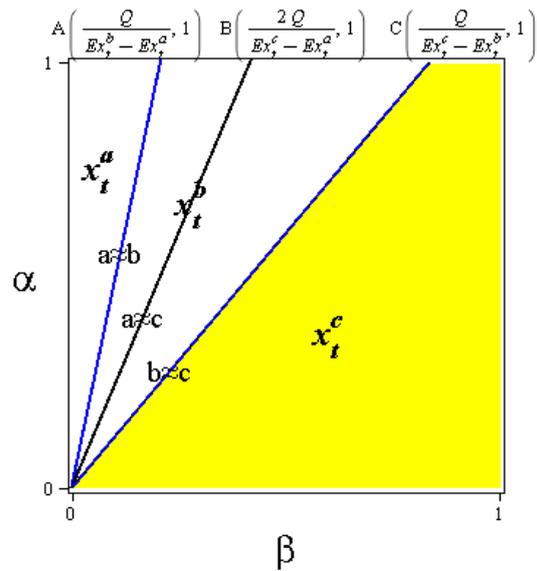


圖 4 $Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下，

三項產品面積分佈圖

接著依循同樣的圖形繪製方式，於均衡條件— $Ex_t^i = x_t^i$ —成立時，可以繪製(13)式的三項產品面積分佈圖，如圖5；且圖5亦會因為預期 c 產品市場占有率大於二分之一時，而有改變，如圖6。

¹⁴ $b \approx c$ 線的斜率與一的關係，雖然會影響 B 點座標組合，但其對該梯型面積並無影響，故未在文中討論。

在圖 5、圖 6 中， b 產品市場占有率皆為零。主因為雖單就 $b \approx c$ 線上方偏好組合來看，消費者存在購買 b 產品的可能。然而再由 $a \approx c$ 線產生之分隔，指出該線上方的消費者會購買 a 產品，故上方並無 b 產品市佔率存在之可能；另外， $a \approx b$ 線下方區域的消費者亦有可能購買 b 產品，但同樣受到 $a \approx c$ 線的牽制，故 $a \approx b$ 線下方區域亦未有 b 產品存在之空間。故圖 5、圖 6 中只有 a 、 c 兩產品的存在。

另外，圖 5 中 c 產品市佔率小於二分之一，與品質較優勢的 a 產品比較下，其所能提供之網路外部性弱於 a 產品，故對消費者而言，面對該二產品的選購考量時，將會購買品質較優勢且擁有大於一半市佔率的 a 產品，而不考慮 c 產品。故圖 5 雖可繪出兩產品面積分佈示意圖，但此情況下的 c 產品市佔率為零。

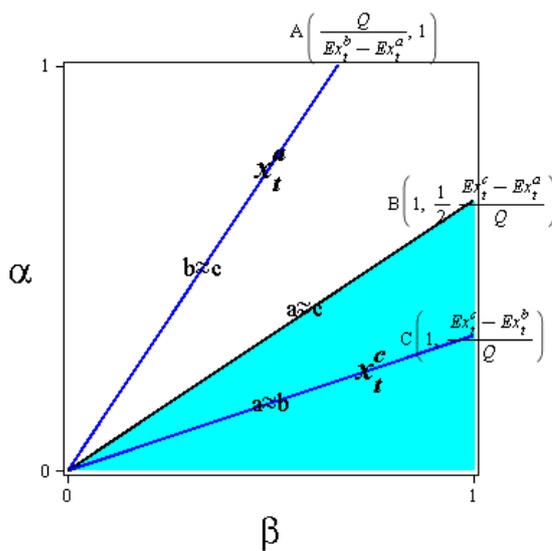


圖 5 $Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下，

三項產品面積分佈圖

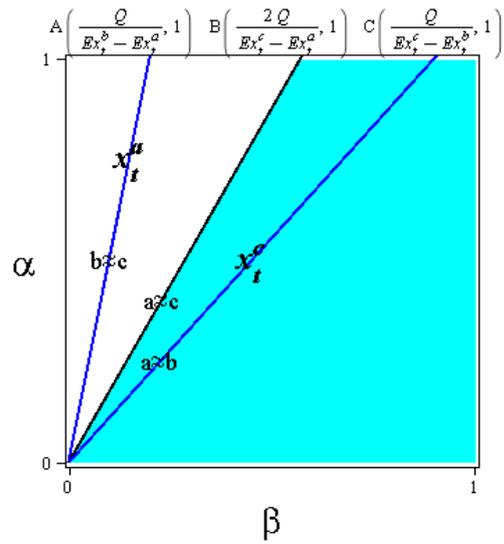


圖 6 $Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下，

三項產品面積分佈圖

由以上討論，可以統整出三項產品得以同時存在的條件為：

Proposition 3 「三產品同時存在條件」

若三項產品得以同時存在， b 產品及 c 產品之預期市佔率皆須大於三分之一，並隱含 a 產品預期市佔率小於三分之一。

$$Ex_t^b > \frac{1}{3}, \quad Ex_t^c > \frac{1}{3}, \Rightarrow Ex_t^a < \frac{1}{3}. \quad (14)$$

Proof :

由 Proposition 1 得知 $Ex_t^c > 1/3$ ，且藉 Proposition 2 得知圖 3、圖 4 的成立需建構於 $Ex_t^b > 1/3$ 之上，又三產品預期市佔率之合為一 ($Ex_t^a + Ex_t^b + Ex_t^c = 1$)，故：

$$\begin{aligned} \because Ex_t^b > \frac{1}{3}, \quad Ex_t^c > \frac{1}{3}, \quad \therefore Ex_t^b + Ex_t^c > \frac{2}{3}. \\ \because Ex_t^a + Ex_t^b + Ex_t^c = 1 \Rightarrow Ex_t^a = 1 - (Ex_t^b + Ex_t^c), \\ \therefore Ex_t^a < 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}. \quad \square \end{aligned}$$

透過上述對模型的基本架構介紹後，下個章節會利用上述圖形概念用以計算擁有不同偏好的消費者，經過各期決策後，會選擇何項產品？而何項產品最終會得到全部市場？會依何種樣貌走向均衡？亦或該模型中，均衡是否出現。

第四節 結果分析

透過前節的設定，接著討論前述四圖下，各產品市場佔有率之結果會如何呈現。從圖 3 到圖 6 中，可以透過積分的方式得出各產品的市場佔有率，以下將在表 3、表 4 中列式：

表 3 $Ex_t^b > 1/3$ 時，各產品市場佔有率之兩情況

Case 1	Case 2
$Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下	$Ex_t^b > 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下
$\begin{cases} x_t^a = \frac{Q}{2 \cdot (Ex_t^b - Ex_t^a)} \\ x_t^b = 1 - x_t^a - x_t^c \\ x_t^c = \frac{Ex_t^c - Ex_t^b}{2 \cdot Q} \end{cases}$	$\begin{cases} x_t^a = \frac{Q}{2 \cdot (Ex_t^b - Ex_t^a)} \\ x_t^b = 1 - x_t^a - x_t^c \\ x_t^c = 1 - \frac{Q}{2 \cdot (Ex_t^c - Ex_t^b)} \end{cases}$

表 4 $Ex_t^b < 1/3$ 時，各產品市場佔有率之兩情況

Case 3	Case 4
$Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $1/3 < Ex_t^c < 1/2$ 下	$Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $Ex_t^c > 1/2$ 下
$\begin{cases} x_t^a = 1 - \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{4 \cdot Q} \\ x_t^b = 0 \\ x_t^c = \frac{Ex_t^c - Ex_t^a}{4 \cdot Q} \end{cases}$	$\begin{cases} x_t^a = \frac{Q}{Ex_t^c - Ex_t^a} \\ x_t^b = 0 \\ x_t^c = 1 - \frac{Q}{Ex_t^c - Ex_t^a} \end{cases}$

接著，運用 Definition 1 中 $Ex^i = x^i$ ， $i = a, b, c$ 的觀念，透過代數代換可以得到各情況下，以品質差距（ Q ）為唯一變數之各產品市佔率函數，即：

$$\left(x_t^a, x_t^b, x_t^c \right) \equiv \left(x_t^a(Q), x_t^b(Q), x_t^c(Q) \right). \quad (13)$$

並可於坐標平面上，繪製出橫軸為品質差距（ Q ），縱軸為各產品預期市佔率之實現後，各情況之圖形：

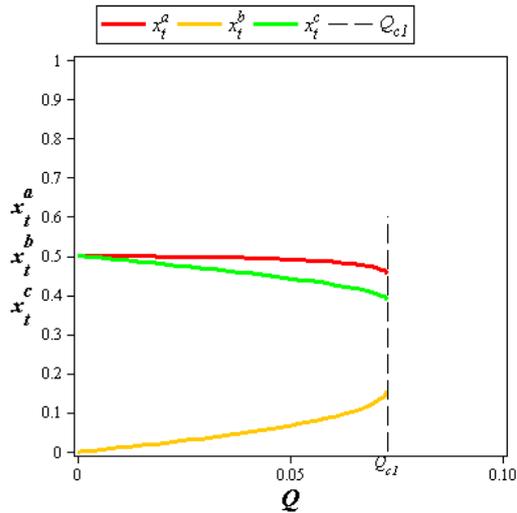


圖 7 Case 1 時，三項產品市佔率

隨品質變化示意圖

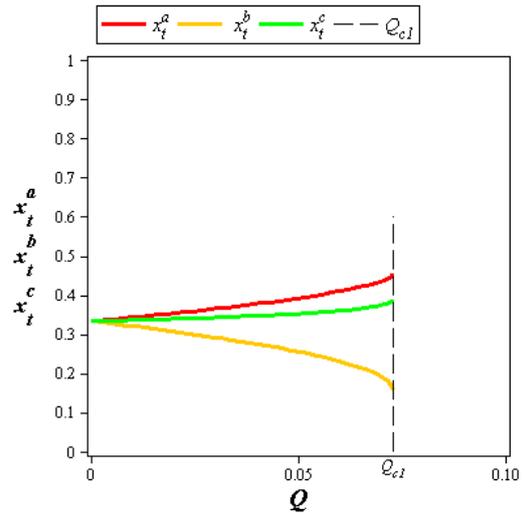


圖 8 Case 1 時，三項產品市佔率

隨品質變化示意圖

Case 1 下，以品質差距 (Q) 為外生變數的各產品市佔率呈現二次方型態，所求得之解為異根的兩組解，故繪製出圖 7、圖 8。兩圖中，三項產品市佔率唯有當品質差距小於 Q_{c1} 之前才有實數解，其餘區間為無法在實數平面上表示之虛根解。¹⁵ 實數區間內，三項產品市佔率皆為小於二分之一，但從 Proposition 3 得知，此情況下的 b 產品市佔率應大於三分之一 ($Ex_t^b \equiv x_t^b > 1/3$)，然而從二圖中可以看到當品質差距小於 Q_{c1} 之前， b 產品市佔率均未達到三分之一，故圖 7、圖 8 與 Proposition 3 對 b 產品預期市佔率的設定產生矛盾，使得該二圖形皆無法成立，同時無法成為均衡解。

Case 2 下的二次方函數可得單一解，故分析將僅就圖 9 作討論。圖 9 中三項產品市佔率亦於品質差距 (Q) 小於 Q_{c2} 之前才有實數解，其餘區間為無法在實數平面上表示之虛根解。¹⁶ 且發現 c 產品市佔率在品質差距小於 Q_{c2} 之前，皆未大於二分之一，但圖 5 給定的繪圖條件中， c 產品預期市佔率應大於二分之一

¹⁵ $Q_{c1} = 0.072675$ 。

¹⁶ $Q_{c2} = 0.072675$ 。

($Ex_t^c > 1/2$)，故圖 9 呈現之結果與繪製圖 5 面積分佈圖時所給之條件不一致，故圖 9 無法成立，亦無法從中獲得均衡解。¹⁷

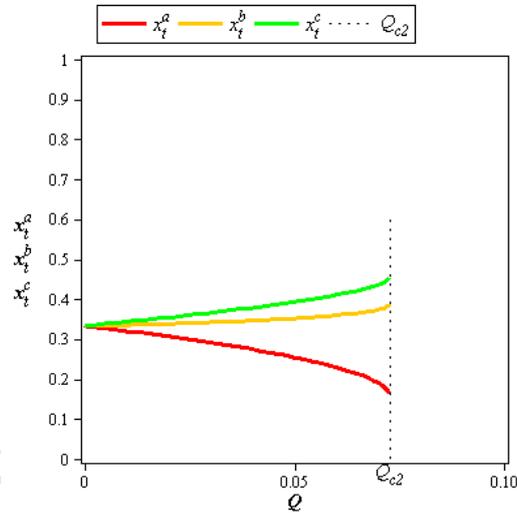


圖 9 Case 2 時，三項產品市佔率
隨品質變化示意圖

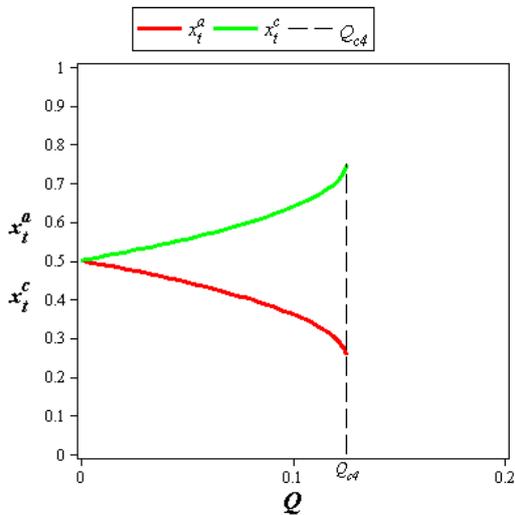


圖 10 Case 4 時，兩項產品市佔率
隨品質變化示意圖

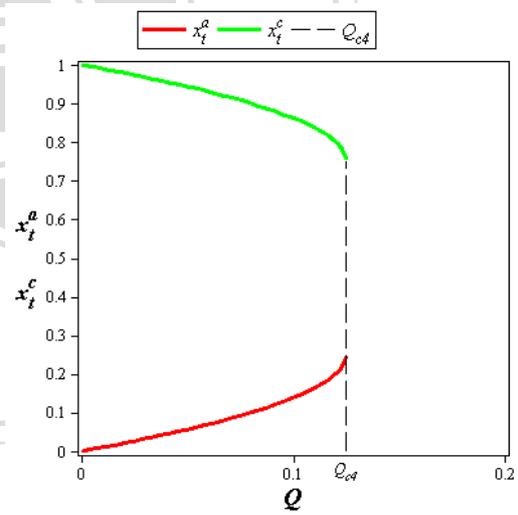


圖 11 Case 4 時，兩項產品市佔率
隨品質變化示意圖

圖 10、圖 11 (即 Case 4) 同樣地會面臨到實數與虛根區間之問題。當品質差

¹⁷ Case 3 未於此列出，乃因於前章末段已分析過該條件 ($Ex_t^b < 1/3$ 時，且 $Ex_t^c < 1/2$) 下，c 產品預期市佔率應為零，故未繪製該情況下之示意圖。

距 (Q) 超過 Q_{c4} 時，結果將會有明顯分野。¹⁸ 此時的消費者在 Definition 1 下為理性預期，故消費者總是能夠正確地預測每期各產品市佔率，使得本模型僅呈現靜態結果，而並無法判斷圖 10、圖 11 間，何者為穩定均衡解，故此處加入適應性預期之概念。

倘若消費者使用適應性預期 (Adaptive Expectations; $Ex_t^i \equiv x_{t-1}^i$, $i = a, b, c$) 來對各產品市佔率作預測，亦即此時的消費者是以當期資訊作為下期預測值 (此情況下的最終均衡，將會由初始條件所決定)，則本模型將會有動態結果的呈現，如圖 12 所示。

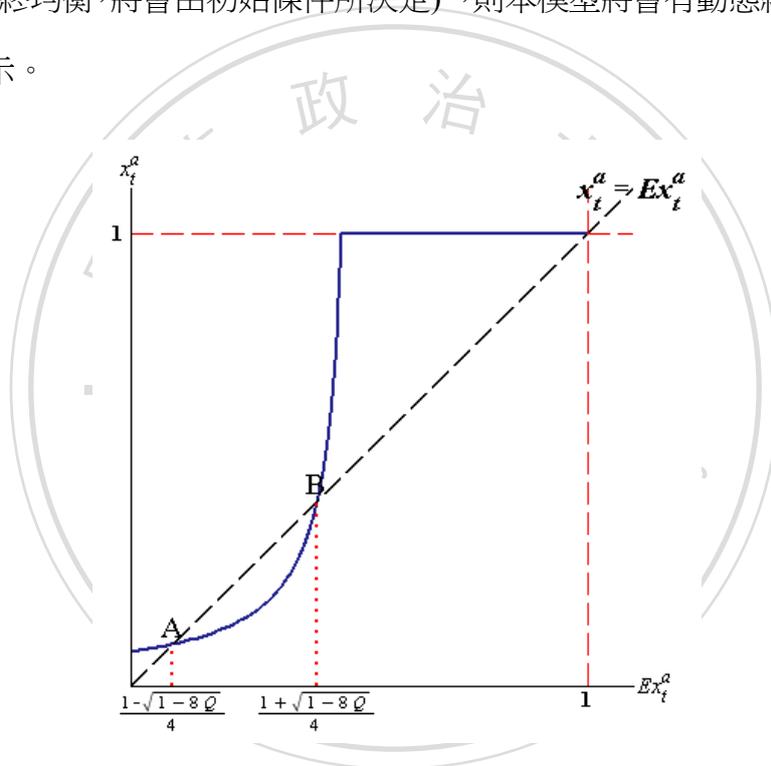


圖 12 當品質差距小於八分之一時的動態調整過程

圖 12 中 A 點為穩定均衡解，於 B 點左邊之市場佔有率皆會收斂至 A 點；而 B 點本身雖亦為均衡解，但不穩定，故只要任何微小變動，即可能從該點偏離並收斂至 A 點或 $x_t^a = 1$ 的位置。若我們將圖 12 與圖 10、圖 11 作連結，則可發現不穩定之 B 點為圖 10，而穩定之 A 點為圖 11。加入動態分析的概念後，可以

¹⁸ $Q_{c4} = 0.125$ 。

得到給定初始市場佔有率 x_0^a 時的穩定均衡為：

Definition 2 「穩定均衡」

滿足下列條件時，給定初始市佔率 $x_1^a = 0$ 下，會有一組 (Ex^i, x^i) 成爲均衡解。

- (a) 滿足 Definition 1 之條件；
- (b) 消費者擁有新產品市佔率 (x_1^a) 資訊下，抱持著適應性預期的態度下
 $(Ex_t^i = x_{t-1}^i, i = a, b, c)$ ，該動態模型得以獲得穩定均衡解。 □

透過 Definition 2，圖 12 中的分析可以得知：

Theorem 1

給定新產品市佔率 ($x_1^a = 0$) 資訊時，以下條件成立時，可得穩定均衡解：

$$\begin{aligned} x^a &= 1, & \text{if } Q \geq 0.125, \\ x^a &= \frac{1 - \sqrt{1 - 8 \cdot Q}}{4}, & \text{if } Q < 0.125. \quad \square \end{aligned} \tag{15}$$

直覺上，當品質差距越大， a 產品所能獲得的市佔率越高。但這樣的正向關係並不連續，當品質差距大於等於八分之一時， a 產品將會獲得整個市場。如此現象，誠如 Janssen and Mendys (2007) 所提之關鍵數量效果 (critical mass effect)：

「當新科技擁有足夠大的市場時，即可被所有消費者接受，而不單只是那些擁有高品質偏好之消費者」。此外，也可以從圖 11 中看到，因為有部分消費者的偏好只注重品質，所以只要品質差距大於零時，新品總是會擁有些許市場。另外，本文獲得之結果與 Janssen and Mendys (2007) 之結果相呼應。該文中，品質差距之臨界值爲 0.25，本文中則爲 0.125。其因乃本文中 a 產品與 c 產品間的品質差距爲該文之兩倍 ($2 \cdot Q$)，故本文所得之品質差距臨界值恰好爲 Janssen and Mendys

(2007) 結果之一半。

透過 Theorem 1，可以用數值模擬的方式，來觀察新產品市佔率的變化，並假設當新產品市佔率變動極小（此處假設小數點以下八位數以內不再變動）時，達到穩定。在 $Q < 0.125$ 下，新產品市佔率會逐漸達到穩定水準，如圖 13 所示。然而從圖 13 中發現，不同的品質差距 (Q) 所需的收斂時間不一，若品質差距越大，到達穩定的時間越久。此處推論乃因當品質差距 (Q) 越接近臨界值，其越不容易獲得收斂之結果。

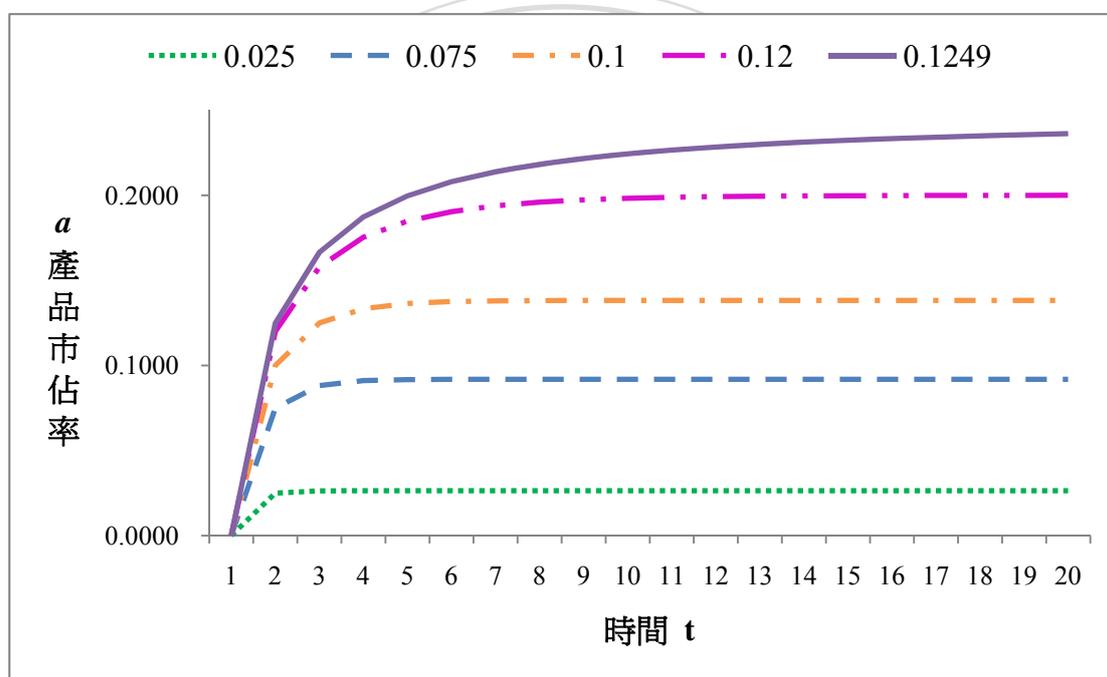


圖 13 $Q < 0.125$ 時， a 產品隨時間變化之市佔率

圖 13 僅可判讀穩定趨勢，但無法獲知確切到達穩定之期數及穩定結果，故將到達穩定期數、穩定結果標示於圖 14。圖 14 中各點座標所表示之意義：

$$\left(t, \overline{x}_t^a; Q \right) = (\text{到達穩定期數}, \text{穩定時市佔率}; \text{給定之 } Q \text{ 值}). \quad (16)$$

故可從圖形中看到，當品質差距 (Q) 較小時，較短期數即可達到穩定水準，但所能獲得之市佔率亦不大。而品質差距 (Q) 接近臨界值 0.125 時， a 產品市占率

將會朝著 0.25 逼近，但始終無法到達 0.25 的水準。若將模擬之品質差距值以 0.1249 代入，將會在第 535 期達到穩定，並抵達至 0.24292893218834 的位置，但因到達穩定期過長，將使圖形產生偏誤，故未列入圖 13、圖 14 當中。

接著圖 15 為 $Q \geq 0.125$ 時， a 產品市占率之變化。當品質差距越大時， a 產品市占率攀上 1 所花的期數即越短。例當品質差距 (Q) 為 0.5 時，在第 3 期時 a 產品即獲得所有市場。圖 15 中並未繪製 $Q = 0.125$ 之原因乃其到達穩定期數過長，若同時繪製於圖中，將會使得曲線產生偏誤。但若以 $Q = 0.126$ 作計算，於第 34 期時， a 產品可獲取全部市佔率。



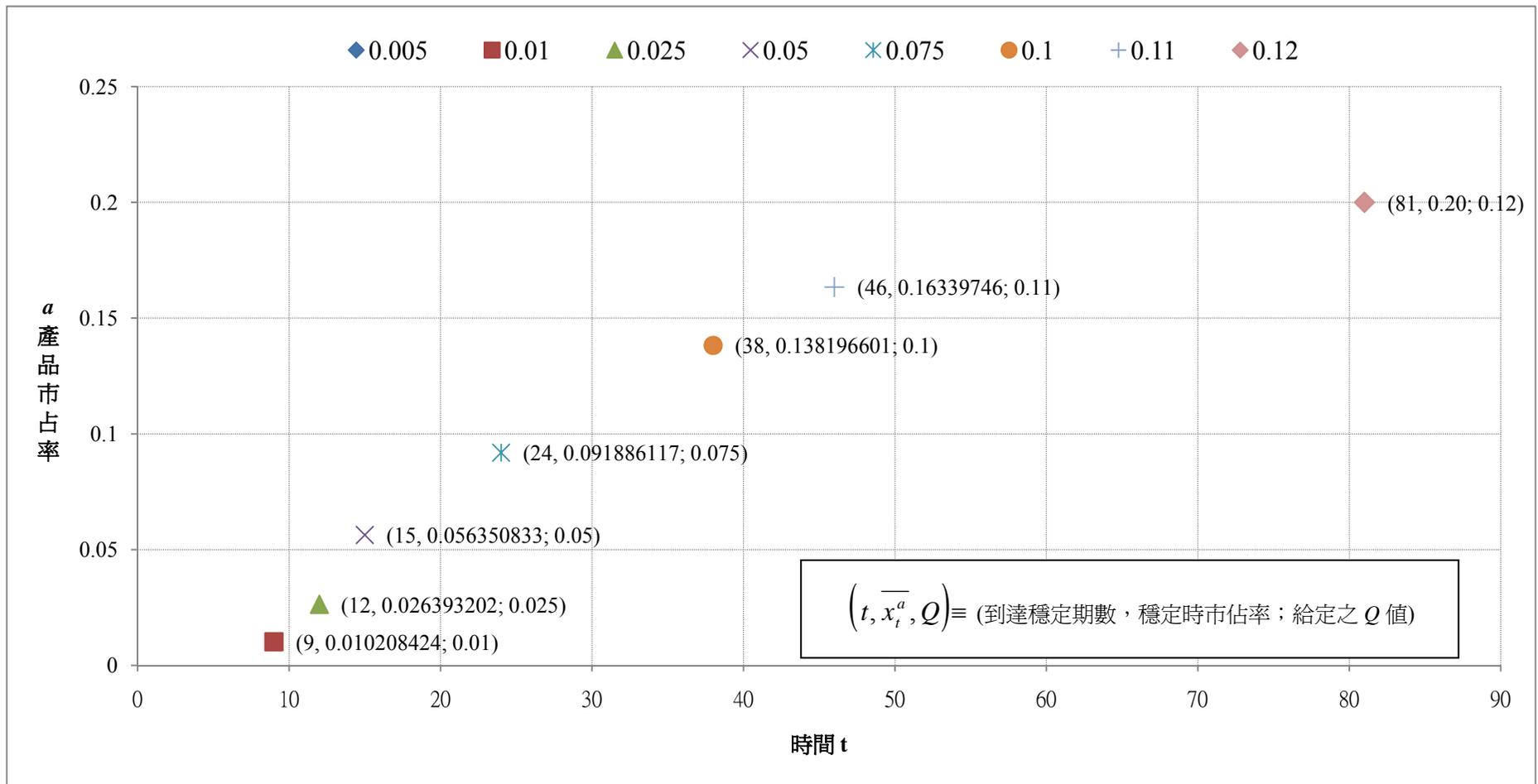


圖 14 $Q < 0.125$ 時，新產品在不同品質差距下到達穩定時所花期數，以及穩定時市佔率

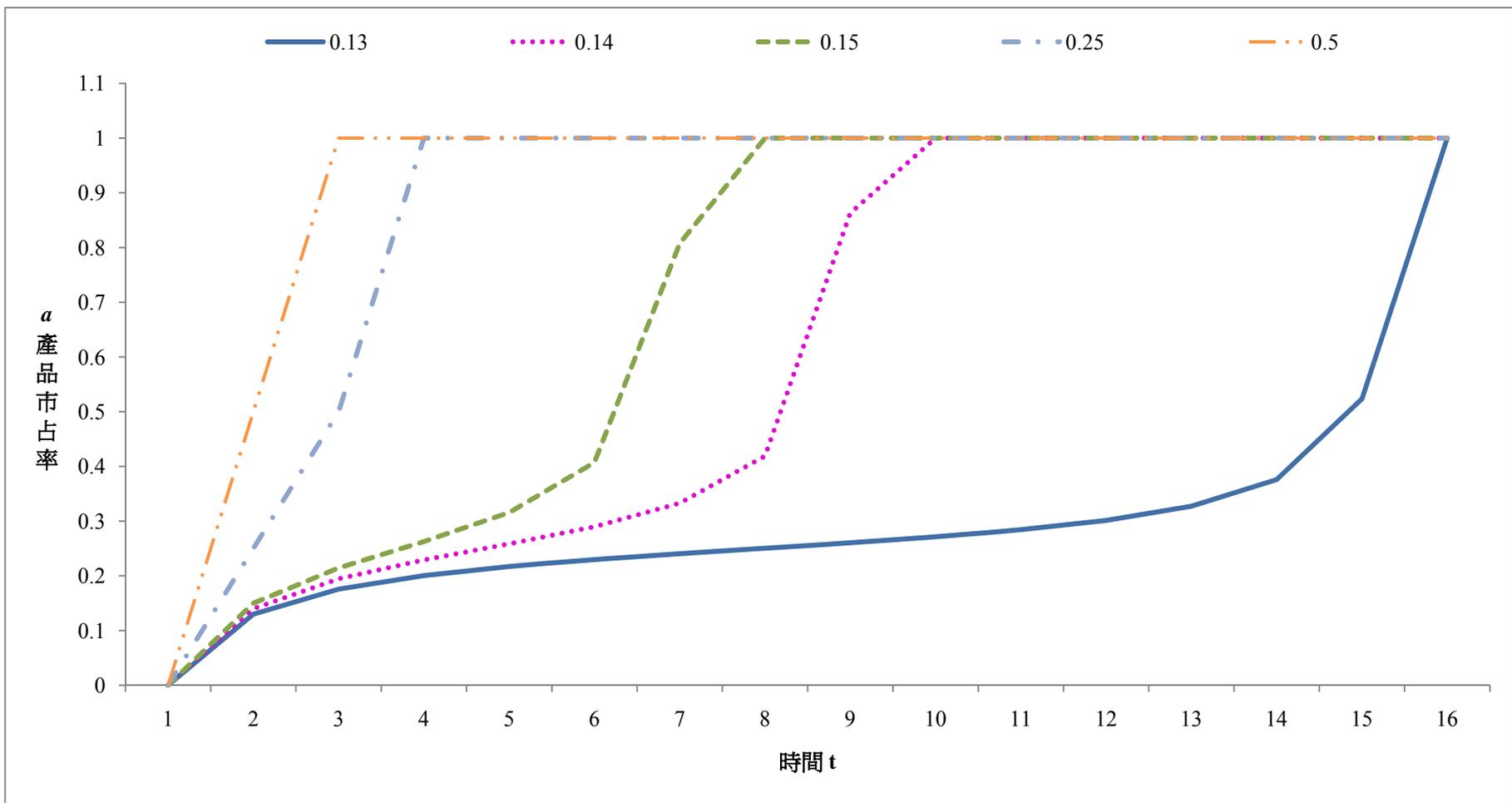


圖 15 $Q > 0.125$ 時，新品市佔率隨時間經過之趨勢圖

第五節 結論與建議

5.1 總結

為探討網路外部性，對商品市場產生之影響，故本文從理論角度出發，以 Jassen and Mendys (2007) 的模型為基礎，加入第三項產品，以討論當市場上出現三樣產品時，其均衡情況為何。結果發現，不存在三項產品同時在市場上的穩定均衡解，且將僅剩品質最好以及既存網路外部性最大的兩產品之情況。本文之結果顯示模型中放入三項產品，透過追求效用極大之消費者選擇後所得均衡解，僅剩兩項產品在彼此品質差距不大時，得以共存與市場上。

較新且品質較優異之產品唯有當其品質優勢明顯優於既有產品時，才有可能拿下整個市場。若其品質優勢不足以大到佔領整個市場，則既有產品將會繼續擁有大部分的市場佔有率。

接著透過代入數值運算的方式，模擬出不同的品質差距數值下的收斂速度。結果顯示品質差距位於臨界值以下的收斂速度，在品質差距越靠近臨界值時，所需收斂期間越長；而品質差距臨界值以上的收斂速度，隨著品質差距上升，其收斂速度期間越短，並在達到 1 的水準後穩定。

5.2 建議

本文模型推導部分，並無困難的數學工具參與其中，僅因為三項產品延伸得來之三項數學不等式相互比較下顯得複雜，使得往後的發展將亦受到牽制。本文討論內容先前預計在得到上述結果後，繼續朝著當各產品間品質差距不同之情況作發展 ($q^a - q^b = q^b - q^c \equiv Q$, $q^a - q^c = n \cdot Q$ 或 $q^a - q^b = q^b - q^c \equiv n \cdot Q$, $q^a - q^c = Q$)。雖然數理推導的過程複雜程度相當，然而最後因無法得出穩定解，

故使得此模型朝著一般化的腳步停滯。另外除了將各產品品質間差距以高、中、低方式安排外，亦可安排為兩個新產品品質一樣好而僅有一舊產品之情況。¹⁹

未來除了在產品品質差距上作更動外，其他的改進方向有二：第一為加入更多的產品，以貼近現實生活的情況。畢竟現實生活中，並非僅二或三項產品在市場上的競爭，而是多樣產品的角逐鬥力；第二，The Nielsen Company (2009) 在五十幾個國家中做的調查指出，從他人人口中獲得的意見（無論從身旁的熟人或者是張貼在網路上的文章）跟其他各種廣告手法相較之下，是最令人信服的。故若能加入消費者個體間的訊息傳遞機制，改善消費者單調的理性預期 (rational expectation)、或適應性預期 (Adaptive Expectation)，例如將 Banerjee and Fudenberg (2001) 文中提到的口耳相傳 (Word-of-mouth Learning) 概念放入網路外部性的廠商競爭模型當中，相信所得之結果勢必得以更貼近現實，且擁有較貼切的詮釋。

¹⁹ 不考慮一高兩低之原因為廠商推出的新產品就算品質差距很小，終究還是會比舊產品好。

參考文獻

- Banerjee A. and D. Fudenberg (2004), "Word-of-mouth learning," *Games and Economic Behavior*, 46(1): 1-22.
- Church, J., Gandal, N., and D. Krause (2008), "Indirect networks effects and adoption externalities," *Review of Network Economics*, 7(3): 337-358.
- David P. A. (1985), "Clio and the economics of QWERTY," *The American Economic Review*, 75(2): 332-337.
- Economides, N. (1996), "The economics of networks," *International Journal of Industrial Organization*, 14(6): 673-699
- Farrell, H. and D. W. Drezner (2008), "The power and politics of blogs," *Public Choice*, 134: 15-30.
- Farrell, J. and G. Saloner (1985), "Standardization, compatibility, and innovation," *The RAND Journal of Economics*, 16(1): 70-83.
- Farrell, J. and M. Rabin (1996), "Cheap talk," *Journal of Economic Perspective*, 10(3): 103-118.
- Goolsbee, A. and P.J. Klenow, (2002), "Evidence of learning and network externalities in the diffusion of home computers," *Journal of Law and Economics*, 45(2): 317-343.
- Gupta, C., Jain, D.C., and M.S. Sawhney (1999), "Modeling the evolution of markets with indirect network externalities: an application to digital television," *Marketing Science*, 18(3): 396-416.
- Janssen, M. C. W. and E. Mendys-Kamphorst (2007), "Evolution of market shares with repeated purchases and heterogeneous network externalities," *Journal of Evolutionary Economics*, 17(5): 551-577.

- Katz, M.L. and C. Shapiro (1985), "Network externalities, competition, and compatibility," *The American Economic Review*, 75(3): 424-440.
- Katz, M.L. and C. Shapiro (1986), "Technology adoption in the presence of network externalities," *Journal of Political Economy*, 94(4): 822-841.
- Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis (1990), "The fable of the keys," *Journal of Law and Economics*, 33(1): 1-25.
- Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis (1994), "Network externality: an uncommon tragedy," *Journal of Economic Perspective*, 8(2): 133-150.
- Matutes, C. and P. Regibeau (1988), "Product compatibility without network externalities," *The RAND Journal of Economics*, 19(2): 221-234.
- The Nielsen Company (2009), "Trust, value and engagement in advertising," *Nielsen Global Online Consumer Survey*.

