

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

21 世紀是電腦資訊發達的時代，影音娛樂是家庭使用電腦的主要原因之一，各家硬體廠商除了不斷提升產品效能之外，更對娛樂影音提供更多元化的服務；除了硬體廠商推出更新更快的支援硬體外，各家軟體廠商也無不絞盡心思去推出吸引消費者的產品和誘人的行銷策略以搶佔這個市場的大？，都證明了影視娛樂對於電腦產業的商機。近年來，在影視娛樂中最為人津津樂道者莫過於線上觀賞或是線上撥放的話題，也就是串流撥放技術的應用。

串流撥放與傳統網路影音觀賞在技術上有何不同？何會受到大家的矚目與喜愛呢？以下表來說明：

一般網路影音檔	串流影音檔
檔案大	檔案小
畫質好	畫質稍差 ¹

¹ 畫質的好壞差異取決於壓縮程度，而壓縮大小又會受網路伺服器的容量、ISP 業者頻寬的大小與使用者人數的影響。以台灣為例，不同於美國 Cable moden 的流行，以 ADSL（非對稱性迴路）技術為主，檔案傳輸在先天上就受到影響。

可壓縮(如 dat、mpeg)或不壓縮(如 avi)	必須要壓縮(如 ra、rm、wma、asf)
需完全下載完畢才可播放	下載一小段時間即可播放且可連續播放
檔案容易被下載流傳	檔案不易被下載流傳

由上表可以清楚的知道，串流影音受限於網路頻寬的因素下，檔案必須要壓縮才行。傳統的網路封包傳輸往往受限於網路頻寬問題，若直接在網路播放視訊影片，常常會有畫面不流暢、或解析度粗糙，以及下載時間過久的問題，串流影音媒體（Streaming Media）之所以成為網路的技術新貴，主要在於它具有立即播放、不佔硬碟空間、可以鎖定特定對象廣播等特性，網友可以即時「隨點隨看」，也就是當你下載播放時，只需等待一小段時間(Buffer)，即可開始觀賞影片，其後面的資料流會源源不斷地進來，不必浪費等待的時間將影片從網路下載、儲存到硬碟後，才能進行收看，可以節省相當多的連線等待時間。

根據 Nielsen/NetRatings 調查指出，在美國接觸串流(stream)影音媒體的網路人口正快速的增加，2000 年 11 月約有 3500 萬名網路使用者在家接取 (access)串流影音媒體內容，比 1999 年同期接取串流影音媒體的人數成長了 65%，在同時期收看串流影音媒體的美國人口中，女性大約佔 46%，男性約佔 54%。18 歲以下約佔五分之一，65 歲以上的有 140 萬人。且依金融及創業投資集團 U.S.

Bancorp 旗下的電子商務機構 U.S. Bancorp Piper Jaffray 研究估計，全美國花在影音串流媒體應用的金額將從 1999 年的 970 萬美元，躍升到 2004 年的 2160 萬美元，該公司認為在兩年到五年之內，網路影音效果可望媲美目前的電視，而目前以靜態的文字與圖片為主的網路媒體與行銷媒介如電子郵件廣告，到時也將大量運用可即時下載、不占時間與記憶體之影音串流技術²。在台灣方面，視訊影音供應上以中華電信、和信和東森為最大，同樣利用串流撥放技術來提供電腦使用者線上觀賞影片及電視節目的服務，以中華電信 Hi Channel 為例，自 2002 年六月開始營運後，每月的影片播放次數達 202 萬人次，光 2002 年八、九兩月的營收已高達 46 萬美金。

但欲在電腦上觀賞串流技術之影音檔案必須經由特殊的撥放軟體，目前市面上主流的串流影音播放軟體為三大廠商所推出的產品：微軟 (MS) 的 Windows Media 9 Series、蘋果電腦 (Apple) 的 Quick Time 6 和 Real 所出的 Real Player One (包含 Real Jukebox)。以下為各家最新產品的簡介：

二零零二年三月，Real Networks 公司正式推出 RealOne Player 的最終版，新版本的 RealOne Player 一開始不像 Real Player 8.0 區分成 Basic 和 Plus 兩個不同的版本，但後來仍添加 RealOne Player Plus 版 (加上進階 CD 燒錄、圖形化等化器和視訊影像調整功能)；RealOne Player 不僅能支援影像及聲音檔案，它還能瀏覽各種圖片，包括 PNG、BMP、GIF、TIF 等常見圖檔格式，同時 RealOne

²資深分析師 Gene Munster 認為：影音串流將是網際網路下一個飛躍成長的領域。在寬頻技術的快速成長與普及之下，影音串流不但會快速成長，同時其聲光效果都將媲美今日的電視節目。此外，相關技術的應用也將簡化到一般個人電腦能夠駕馭。

Player 已將 Jukebox 點唱機的功能內建於其中，可以自動搜尋電腦硬碟中的所有影音媒體檔案，並產生一份清單，並按聲音與影像進行分類，如果用戶想進一步地細分的話，還可自建其下的樹狀目錄。除了上述版本，另外還有訴求線上節目收聽與收看的 RADIOPASS 與 SUPERPASS 版，除 RealOne Player 免費外，另外幾個版本皆要再付費。

對微軟來說，花費 3 年、斥資 5 億美元開發的 Windows Media 9 Series 自非等閒之輩，較過去的版本大幅改善撥放影片的視訊與聲音品質，同時領先業界推出數項功能，包括串流音訊環繞音響以及僅一般 DVD 檔案一半大小的高解析視訊檔：在影像方面，採用新一代快速串流（Fast Streaming）的暫存快取技術，可大幅降低撥放影音檔案時所需的緩衝時間，除了讓寬頻使用者可以體驗近乎即開即撥、與電視並駕齊驅的效果外，使用撥號上網的用戶也能感受到速度和畫質的提升。在聲音方面，舊版本中常遇到的畫面比聲音慢數秒的問題，在 Windows Media Player 9 中也有所改善，且提供 5.1 聲道的串流技術。在新的數位版權管理（DRM）的功能上，則可以備份影音檔案的使用授權，若不幸硬碟損毀或電腦中毒，使用者仍可再次下載檔案，此外，微軟「效法」Apple 公司讓使用者更多樣化的管理影音媒體檔撥放的清單。

面對各家新產品的來勢洶洶，蘋果最近推出 Quick Time 6 正式版，其實 Apple 早在半年前就已釋出 Quick Time 6 的試用版，不過由於和 MPEG-4 的版權持有者 MPEGLA，在「授權收費」模式發生爭議，延遲了正式版的推出。Quick Time

6 此次首度支援開放的 MPEG-4 標準³，此外，Quick Time 6 採用比 MP3 壓縮更有效的 ACC (Advanced Audio Coding) 編碼技術，能提供接近未經壓縮的原 CD 效果；其他 MPEG-4 的新增功能包括 3D 效果、互動性、數位版權管理等；還提供全螢幕撥放、幻燈片製作，以及更多的影音編輯及微調功能，Apple 公司欲以強大的後製能力來打動消費者的心。

到 2002 年 6 月為止，Real 的數位影音撥放軟體，在美國市場上，仍以 3080 萬的家庭使用者，略高於微軟的 3010 萬家庭使用者，美國市場上仍以 Real Player 為影音軟體的領導者。以目前 Real Player One 版來看，免費版的使用人數已超過一千萬人；商業版的銷售量約為 70 萬，市占率約為 95%。而 Quick Time 的市占率約僅約 5%。但 Quick Time 的市占率近年來一直都維持如此。Real Player 之所以有如此成績，主要是因為微軟在 1998 年購買了 Real Player 4.0 版的核心邏輯，並將之改良後成為 Media Player 的原始版本，而 Real Player 免費版(freeware version) 也像 Media Player 一樣，透過微軟 Internet Explorer (I.E.) 內嵌在 Windows 作業系統平台上。微軟的 Media Player 與 Real Player 免費版也可以免費去網站上下載。至於其他 Real Player 商業版 (commercial version) 及 QuickTime Player 則需使用者自網站下載⁴。

除軟體的取得方式不同外，微軟的 Micro Media Player 是免費，但功能有

³ MPEG-4 技術承自 MPEG-1 (及 VCD 格式) 和 MPEG-2 (及 DVD 格式)，因為採用更高的壓縮比，所以能以較低的傳送速度，達到 DVD 影像效果。

⁴ 使用 Apple 作業系統 OS，QuickTime 商業版為內嵌於其中，如為 Windows 作業平台，則消費者需自行下載免費版或商業版 (需付費)。

限⁵。而 Real 及 Apple 兩家公司把產品區分成免費版與商業版，兩者商業版均需付費（\$29.99 美金）。Real 及 Apple 之所以把產品區分成免費版與商業版，其主要理由是廠商不僅可以利用免費版吸引潛在的消費者或是利用免費版為商業版打廣告，廠商亦可以藉由免費版使用人數的增加提昇使用商業版消費者的網路外部性（network externality）。當然，透過免費版來讓消費者了解商業版的優點，進而增加商業版的銷售量，也是廠商的主要目的之一。

另外，對於各種影音檔案的支援程度，各家產品往往都有其獨家支援的檔案格式(如只有 Real Player One 支援*.rm 和*.ram 型式的檔案)，對於經常使用影音功能的消費者而言，因為每種產品的特性有所不同，要使用何種產品需視消費者自己的需求來決定(例如：使用者想使用影音播放軟體來做一些後製動作的話，則蘋果的 QuickTime 6 就比較滿足消費者這方面的要求)。

根據觀察以上串流撥放軟體產業的種種現象、產品性質及廠商行為後，可以發現串流媒體產業的幾個特性：

1. 串流軟體產業存在著網路外部性的現象。
2. 廠商們都偏好除商業版外，推出免費版軟體。
3. 產品間存在既合作又獨佔的性質：各家產品均對大部分檔案支援但卻都

⁵目前供 Windows 2000/Me/98SE 用戶正使用的為 Media Player 7.1，Media Player 8 則僅為 Windows XP 獨享。即將推出的 Media 9 系列擁有新一代代號「Corona」的數位影音技術，其功能包括串流音訊環繞音響以及僅一般 DVD 檔案一半大小的高解析視訊檔。Windows Media 9 Series 包含 Player、Encoder、Services 與 Media Rights Manager 等。如同先前版本，Media Player 9 撥放程式是免費附在 Windows 作業系統中。用在伺服器端，提供數位影音串流播送功能的 Windows Media Services 系統，則要向微軟購買。此外微軟的影音撥放軟體只能撥放以 Windows 標準設計的數位內容。但 Real 的數位影音撥放軟體則同時適用於微軟與蘋果的作業系統。

擁有獨家的檔案格式。

4. 消費者可能同時擁有三家廠商的產品。

因此，本文的研究目的為：

1. 不考慮外在因素，純就經濟理論來探討在網路外部性的影響下，廠商與消費者對免費版加入的動機以及產品定價決策。
2. 不考慮兩家廠品相容性下，探討兩串流媒體廠商競爭模式及消費者選擇行為。

第二節 文獻回顧

觀察產業活動的時候會發現一個有趣的現象，尤其在電子資訊產業上更為明顯，就是人們常常會輕忽一個資訊產品(例如：軟體產品)其真正的價值，究其原因是因為網路外部性的存在，一個有名的例子就是 IBM 發展在個人電腦上的 OS/2 作業系統，在很多項目上都比微軟的 DOS 系統來的優異，但 IBM 卻因為不能建立一個足夠符合規模經濟的市場而失敗。

網路外部性的研究最早可追溯到 Rohl f (1974)，該篇文章是以電信通訊網路為對象，指出如果多一位消費者進入電信網路內則會增加其他在這電信網路消費者的效用，例如我買了一台電話，如果世界上其他消費者都沒有電話，那電話對我的價值其實是很低的，但我的朋友也買了一台，我便可以與他互通訊息，這電

話機對我而言便具有較高的價值。Katz and Shapiro(1985)把此效果稱為網路外部性：一個消費者消費某商品的效用會隨著其他人消費此商品的人數增加而增加。他們認為有幾個可能造成這個正的消費外部性：

1. 一個購買此商品人數所造成的直接效果：如同上面所言電話的例子，越多人使用則帶給我的效用越大。

2. 可能是一個間接的效果造成外部性的產生，例如：一個人會為使用某種規格 PC 的人數而購買此規格的 PC，因為支援軟體的數量是賣出硬體數量的互補品，這類的例子也可在錄影機及錄影帶市場上看到。

3. 耐久性商品也可能產生正的消費外部性，因為商品有效率且有品質的售後服務或是廣大的服務網路均會有所影響。他們在網路外部性的存在時，探討不同技術假設下(完全相容、完全不相容、部分相容、標準化)的競爭均衡，也認為消費者對於市場網路外部性的期望在各均衡中是個重要的影響因素。

Bental and Spiegel(1995) 討論當在網路外部性存在下，利用垂直品質差異化的概念來闡述偏好，並以市場範圍(所有網路規模的加總)的大小及消費者福利高低，來比較競爭與合作(卡特爾)市場結構、非相容和相容性的產品技術何者為優。其研究發現：在網路不相容且給定網路數量(也就是生產者的數量)下，非合作架構的廠商市場範圍比較大，反之，如果網路數量是內生，則合作的結構將較有利；當後進產商可以免費進入這個市場、市場結構為不合作且網路數量固定時，產品技術不相容具有較大的市場規模，反之，當網路數量是內生，則產品技

術相容佔優勢。

Katz and Shapiro (1992) 延續了 Farrell and Saloner (1986) 的研究，他們將價格與新技術導入的時機予以內生化。在網路外部性存在下，試著去了解產品的導入與廠商的訂價行為，一方面利用定價賽局去研究新技術的導入，一方面利用新舊技術的競爭來決定定價及消費者的決策並解釋廠商達成相容的動機。

余家銘(1998)文章中則在網路外部性下，分別以技術競爭和技術相容為切點出發，關心在不同的網路效果強度下，市場均衡與社會最適是否能使產業技術達成標準化。結果發現，即便有生產上的成本優勢，產業技術是否能達到市場標準化的境界便須視網路外部性大小、技術外溢效果及市場上競爭對手的多寡而定。

陳建成(2001)探討了當市場網路外部性存在時，廠商如何去決定產量的競爭、相容度選擇與系統開放的策略。把相容性視為不對稱並予以內生化後，發現當對手廠商產品相容度相對偏小時，則廠商提高相容度，可以有效的擴大市場範圍、並增加利潤。另外，如果廠商具有相對一定水準的低成本優勢，或者自己的產品相容度不致於過大，若廠商能讓消費者對市場產品差異度降低，則廠商的市場規模與利潤都會有增加的作用。

以上各篇文獻對競爭跟標準化決策多有著墨，但偏重於相容度及產業標準化的探討。本文第二部分也以廠商競爭為主軸，但因產業特性關係，雖沿用前人的觀念但實質上大不相同，首先，串流檔案格式多樣化並不會有產業技術標準化

的問題產生；其次，免費版軟體加入討論會造成傳統雙佔分析模式無法適用。

關於免費版軟體概念，本文以 Haruvy 和 Prasad(1998)的說法為依據⁶。在文章中，考慮軟體產品特性，我們只把軟體分成免費版及商業版，免費版有鼓勵消費者使用的效果。例如 AOL(美國線上)，先採取免費版本來建立廣大的使用者基礎，但是最後的用途是讓消費者使用 AOL 商業版。至於免費版與商業版之間的關連，通常免費版的品質必須比商業版的低，而商業版的價格卻不可高出免費版太多。

對於這種關連性的研究，Haruvy 和 Prasad(1998)認為，在網路外部性存在的前提下，軟體廠商會導入一個免費但功能內容受限制的軟體版本進入市場。他們利用兩階段靜態賽局(第一階段中，廠商先對版本數量、品質、價格做決策，爾後第二階段裡，潛在消費者再選擇版本。) ，分析在既有商業版軟體下，當消費者使用其他軟體的效用不變時，軟體廠商會提供免費但品質受限的版本，而且網路外部性將隨著兩版本間品質的差異增加而下降。本文第一部份利用不同的模式重新分析消費者與廠商對於免費版加入的動機，並嘗試去獲得免費版與商業版差異性程度與商業版價格。

Haruvy 和 Prasad(2001)就網路外部性應用在軟體產業上做了另一個延伸，

⁶根據 Haruvy 和 Prasad(1998)的說法，軟體產品可大概分成受限制版本(limited version)(軟體功能會受到限制或簡化)和商業版本(commercial version)(必須付費去購買才能使用)；但他們又把受限制版本細分成：1. 免費一段時間內試用版(free limited period trials)：自軟體下載後只能使用一段時間，過後必須上網付費或是直接購買商業版才能繼續使用。2. 精簡版(stripped down versions of the software)。3. 分享版(shareware) 4. 免費版(freeware)：他們將之定義為為了建立基本使用者，免費贈送或可免費下載的軟體。5. 低價受限版(limited feature products at lower prices)例如學生版或教育版。

他們仍假設網路外部性存在，給定價格-品質的組合下，討論免費版使用者及商業版使用者的最適數量、跨時均衡的收益流量及跨時極大化收益下的價格-品質的組合為何?作者先以比較靜態的分析方式，最後並用適應性的動態方式 (adaptive dynamics) 來印證靜態結果同時也是動態的最適結果。發現一開始人們會從不使用這個公司的產品移動到用免費版軟體，隨著網路規模的增加，產品效用及購買者的數量也會隨著增加，人們會移動到購買商業版軟體來使用。透過均衡分析的方式可推論，全部人都購買商業版是唯一的均衡結果。第二部分利用模擬的方式來求解。透過以上兩部分的分析可得：軟體廠商在推出免費版軟體時，品質不能太高以避免壓縮到商業版的市場，但品質也不能太低，不然消費者會去選用另外的商品。

但 Haruvy 和 Prasad(2001) 卻忽略了其他競爭廠商也可能利用相同或更具侵略性的策略來吸引消費者，在本文想要探討的串流軟體產業中，這是存在的現象，所以本文欲以更一般化的方式來闡述這個產業的特性及競爭狀況，利用兩階段賽局模式：第一階段廠商們先決定品質差異大小及定價，第二階段為消費者選擇策略。本文第二章透過 Katz and Shapiro 1992 線性流量模型來決定單一廠商是否加入免費版的動機，並得到最適的價格及品質差異參數的區間。在第三章，我們利用具有網路外部性的雙競模型，闡釋廠商們對商業版與免費版間最適品質差異的決策選擇行為，以及消費者在各廠商決策後的選擇模式。第四章為結論及未來可能延伸的研究方向。

第二章 免費版加入動機的探討

與其他的傳統產業相較，資訊產業在數位產品的定位分隔、製造及定價方面有著明顯的不同。以串流軟體業為例，廠商在設計軟體時會先設計功能較齊全的高階版本，然後再依市場反應某些功能降低成次級的版本。此方式有兩項優點：第一是原廠商較能應付未來可能出現的競爭對手。假設某廠商現有高階的商業版及低階的普通版或試用版，商業版收取較高的價格。當市場新的競爭廠商推出性能/價格比較高的版本時，該廠商只要把原本高階的商業版重新包裝進行價格促銷就可以了。第二項優點是你可以利用低階產品為高階產品打廣告或是增加此產品使用者的網路外部性。

廠商可以利用低階版本來吸引潛在消費者，或是讓商業版的使用者所輸出的檔案有更多人可以讀取，此方法可以增加使用商業版本的網路外部性。此外低階版本也可讓消費者了解高階版本的優點在哪，進而增加商業版本的銷售量。但功能較低階的免費版本加入必然會影響產品市場的互動，譬如以經濟的直覺來說，首先商業版的價格就不能訂的太高，如果訂的太高，除了造成消費者不願意購買外，也有可能會讓消費者轉而使用免費版。再來就是商業版跟免費版品質的差異，如果品質差異太大，也就是免費版軟體的功能太少，可能會造免費版無法在市場上流通。而軟體廠商推出免費版軟體就是希望增加使用該軟體消費者的網路外部性，進而增加商業版軟體的銷售量。但如果兩者品質差異太小，大家會轉

而使用免費版軟體，以上的情形都會造成軟體廠商的損失。

基於以上有趣的現象，本章節就是以單一產業 Real 公司串流撥放軟體為例，用消費者的觀點及廠商的立場說明為何串流軟體產業會願意同時導入免費版與商業版軟，以及軟體廠商如何訂定商業版軟體的售價決定和免費版軟體的品質程度。

第一節 模型

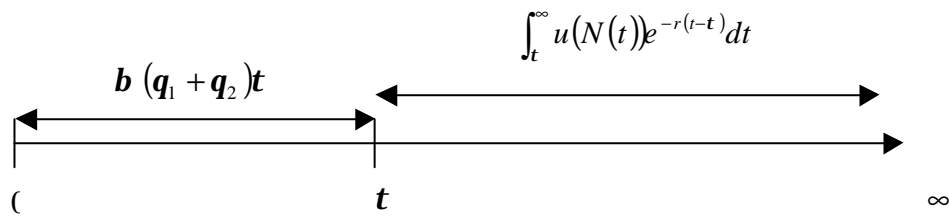
假設市場存在一家廠商（如 Real 公司），同時生產免費版及商業版的串流撥放軟體（例如 Real Player）且假設此軟體的生命週期為無限長⁷，廠商在產品銷售前決定免費版軟體的品質以及商業版的定價。假設廠商在第 0 期時發行商業版及免費版軟體，而消費者在面對產品上市後，有購買商業版、使用免費版及完全不使用三個決策選擇，我們並假設消費者的偏好是一致且連續，並符合 Economides(1996)完全預期（full expectation）假設。即就是消費者及廠商都可以正確預期到未來的銷售數量，因此兩者的預期產量就等於最終產量。此外，假設市場上消費者為異質，也就是當潛在消費者在某時點想要進入此軟體市場時，他會發現其中有部分的消費者使用免費版（如果廠商有推出免費版），有部分的消費者使用商業版，在考慮產品特性的前提下，我們採用了線性的成長模式（Katz and Shapiro(1992)）：商業版的市場成長率為 q_1 ；免費版的市場成長率為 q_2 ，則在 t 期該產品的市場成長率為 $n_t = \frac{\partial N_t}{\partial t} = q_1 + q_2$ ， N_t 為總銷售量。

我們可以先設定消費者的三個決策模型：

⁷一般來說，就算軟體廠商不斷推出新版的軟體產品，充其量不過是原本版本的改進，有的甚至可以以免費更新的方式來取得新版本，因此我們在此作一簡單假設。

A. 消費者效用函數：

1. 如果某一消費者在 t 期選擇使用商業版軟體，在存在免費版的情況下，消費者使用商業版軟體的效用水準是由 t 期前已存在的網路外部效益和消費者預期 t 期後使用的效益所組成，並減去購買商業版軟體的成本：



$$\begin{aligned}
 U_{c.v.}^{f.v} &= \int_t^{\infty} u(N(t))e^{-r(t-t)} dt + b(q_1 + q_2)(t - 0) - P \\
 &= \int_t^{\infty} [a + b(q_1 t + q_2 t) - d_{cv}] e^{-r(t-t)} dt + b(q_1 + q_2)t - P \quad (1)
 \end{aligned}$$

$U_{c.v.}^{f.v}$ ：在免費版存在下，使用商業版的效用水準。

$\int_t^{\infty} u(N(t))e^{-r(t-t)} dt$ ：第 t 期到 ∞ 期的預期使用效益折現值。

$b(q_1 + q_2)t$ ：第 0 期到第 t 期的網路外部效益。

P ：購買商業版所需付出的價格。

a ：使用商業版軟體所帶給消費者的直接效用。

b ：網路外部性的強度， $0 \leq b \leq 1$

$(q_1 + q_2)t$ ：在 t 期消費 Real Player 的總人口數，也就是第 0 期到第 t 期的安置基礎 (installed base)。

r ：折現率。

d_{cv} ：消費者使用商業版軟體所付出的學習成本。

同理，在無免費版存在的情況下，使用商業版軟體的效用水準：

$$U_{c.v.} = \int_t^{\infty} u(N(t))e^{-r(t-t)} dt - P + \mathbf{b}(q_1)t \quad (2)$$

2. 如果消費者使用免費版，根據我們此章節開頭的敘述，知道免費版軟體是經由把商業版軟體的一些功能去除，因此我可以把免費版軟體視為商業版軟體品質的平減，也就是使用免費版軟體的效用為使用商業版效用的平減：

$$U_{fv} = (1-A) \left\{ \int_t^{\infty} [\mathbf{a} + \mathbf{b}(q_1t + q_2t) - d_{fv}] e^{-r(t-t)} dt + \mathbf{b}(q_1 + q_2)t \right\} \quad (3)$$

A ：免費版軟體跟商業版軟體的品質差異性大小， $0 \leq A \leq 1$ ⁸。

d_{fv} ：使用免費版軟體的學習成本。

值得注意的是，因為免費版它不需要花錢去購買，所以沒有 P ，就算去下載也只需要花非常少的費用，在此假設其費用為零。

⁸當品質差異參數增加（ $A \uparrow$ ）時，表示免費版軟體跟商業版軟體差異性很大，也就是免費版軟體的功能被去除掉很多，讓使用免費版的效用將會趨近於零。當品質差異參數變小（ $A \downarrow$ ）時，表示免費版軟體跟商業版軟體差異性很小，也就是免費版的功能幾乎都跟商業版一樣，使得使用免費版軟體的效用幾乎跟使用商業版軟體的效用一樣。

3. 如果消費者選擇不使用此串流軟體，則他的效用為：

$$U_{no} = \bar{U} \quad (4)$$

\bar{U} ：保有購買商業版軟體而付出的價格，P，所得到的效用

B. 廠商的利潤模型：

因為我們假設廠商及消費者對未來的市場成長均有完全的預期，加上我們給定了軟體的成長率，比如 q_1 ，所以從第0期到 ∞ 期整個使用商業版軟體的消費者是固定的，因此廠商的商業版的銷售數量也是固定的，故廠商想要極大化其利潤極大化與它能跟消費者收取的價格息息相關。

1. 在沒有免費版軟體存在下，廠商的極大利潤為：

$$\max p_{cv} = \max P_{cv} \times \text{商業版軟體的總銷售量} - F \quad (5)$$

F：商業版軟體的研發成本。

為什麼這裡不加入變動成本呢？那是因為軟體產業的成本結構與傳統產業是不同的。在成本方面，以串流軟體產品為例，每家軟體業者都投入大量的人力及金錢來進行商業版軟體的研發競賽，而在複製上，空白 CD 或 DVD 的製作成本相當低。這就突顯了軟體產業的特色：軟體的研發成本很高，但複製成本卻很低，

也就是固定成本很高，但變動成本幾乎為零。值得注意的是，軟體的固定成本多為沉沒成本，因為如果軟體在準備上市前發現不符合市場需求或是軟體裡面有嚴重的缺失，以致無法發行此軟體，則為此所投入的固定成本將付之一炬，不像傳統產業，就算廠房無法自用也可以租給其他家廠商來使用以彌補損失。

2. 在免費版軟體存在下。廠商的極大化利潤為：

$$\max p_{cv}^{fv} = \max P_{cv}^{fv} \times \text{商業版軟體的總銷售量} - F - C \quad (6)$$

C：串流撥放軟體廠商為了去除商業版軟體的功能，使其成為免費版軟體所需付出的成本。

第二節 廠商與消費者的決策分析

在此節我們將要證明廠商有動機提供免費版軟體；而消費者也有誘因願意消費。在證明之中嘗試找出最適的商業版軟體定價和免費版軟體的品質。

A. 消費者：

因第(1)式可以(1)'表示之：

$$\begin{aligned} U_{c.v.}^{f.v} &= \int_t^{\infty} u(N(t))e^{-r(t-t)} dt - P + \mathbf{b}(q_1 + q_2)t \\ &= \int_t^{\infty} [\mathbf{a} + \mathbf{b}(q_1 t + q_2 t) - \mathbf{d}_{cv}] e^{-r(t-t)} dt - P + \mathbf{b}(q_1 + q_2)t \\ &= \frac{\mathbf{a}}{r} + \mathbf{b}(q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{\mathbf{d}_{cv}}{r} - P \end{aligned} \quad (1)'$$

(1) 式顯示在免費版存在下，使用商業版軟體的消費者效用水準除了使用商業版軟體所得到的直接效用外，還有包含了網路外部性的間接效用。因

$(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 為從第 0 期到 ∞ 期商業版軟體的市場總需求，故
 $b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 為商業版軟體所帶來的總網路外部性；同樣的，
 $b(q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 為免費版軟體帶給商業版軟體消費者的總網路外部性。當然，
 使用商業版軟體的效用會隨著產品本身帶給消費者的效用增加和網路外部性的增加而增加，會隨產品價格和學習成本的上升而下降。

$$\begin{aligned}
 \text{由第(2)式： } U_{c.v.} &= \int_t^{\infty} u(N(t)) e^{-r(t-t)} dt + b(q_1)(t-0) - P \\
 &= \int_t^{\infty} [a + b(q_1)t - d_{cv}] e^{-r(t-t)} dt - P + b(q_1)t \\
 &= \frac{a}{r} + b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{cv}}{r} - P \quad (2)'
 \end{aligned}$$

第(2)' 式為無免費版軟體存在下，消費者使用商業版軟體的效用，同樣會隨著直接效用 a 與網路外部性 $b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 增加而上升，但會隨著價格 P 與學習成本 d_{cv} 上升而下降。

比較第(1)' 式與第(2)' 式我們可以得到，同樣使用商業版軟體的消費者在免費版存在下可以獲得較高的效用 ((7) 式)：

$$U_{cv}^{fv} - U_{cv}' = b(q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \geq 0 \quad (7)$$

因此消費者會有動機去支持軟體廠商提供免費版的軟體來讓他們使用商業版的效用提升，提升的部分就是免費版軟體所產生的網路外部性。舉個實例來說明，甲因工作需求購買 Real Player 的商業版本，某天他在網路上獲得 [.rm] 檔名的有趣資訊，當 Real 公司推出 Real Player 的免費版會使得甲可以分享檔案給其他朋友，而其他人只需要下載免費版即可分享到甲的快樂，如果今天沒有免費版的出現，可能甲的朋友並不會因為這點小事而花錢去購買商業版本，造成甲只能獨樂樂而無法眾樂樂。這個例子顯示，甲會支持 Real 公司推出 Real Player 的免費版來使得他的效用提升。

B. 廠商對產品品質的決策：

為了簡化方便，我們先令使用 Real P layer 串流軟體所獲得的效用為 w ，即：

$$\frac{a}{r} + b(q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) = w$$

1. 現在假設存在一個消費者，他覺得使用 Real Player 免費版軟體與不使用 Real Player 的效用是一樣的：

$$U_{fv} = U_{no} \Rightarrow (1-A) \times w - \frac{d_{fv}}{r} = \bar{U}$$

$$\Rightarrow A_1 = 1 - \frac{1}{w} \left(\bar{U} + \frac{d_{fv}}{r} \right)$$

當軟體廠商定軟體品質差異 (A_1) 等於 $1 - \frac{1}{w} \left(\bar{U} + \frac{d_{fv}}{r} \right)$ 時，消費者覺得使用

免費版跟不使用的效用是一樣的。因此

(1) 當 $A > A_1$ 時， $U_{no} > U_{fv}$ ，潛在的消費者不會使用 Real Player 串流撥放

軟體，這就是證明了之前我們所說明的，當軟體廠商把免費版的品質降

的很低時，消費者會選擇不使用，造成免費版軟體的失敗。

(2) 當 $0 \leq A \leq A_1$ 時， $U_{fv} > U_{no}$ ，此時消費者願意採用免費版 Real Player

的軟體。(圖 2-2-1)

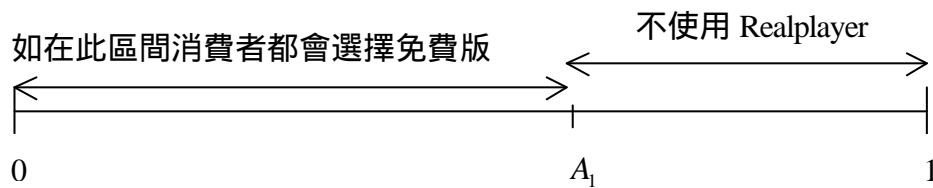


圖 2-2-1

2. 如果存在一邊際消費者，他認為使用免費版軟體跟使用商業版軟體沒有差異，則

$$U_{cv}^{fv} = U_{fv} \Rightarrow (1 - A) \times w - \frac{d_{fv}}{r} = w - P - \frac{d_{cv}}{r}$$

$$\Rightarrow A_2 = \frac{1}{w} \left(P + \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \right)$$

當軟體廠商把軟體的品質差異 A_2 定成 $\frac{1}{w} \left(P + \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \right)$ 時，消費者使用商業

版軟體跟免費版軟體沒差異。所以

(1) 當 $A < A_2$ 時， $U_{fv} > U_{cv}^{fv}$ ，消費者使用免費版的軟體效用會大於使用商業版軟體的效用。

(2) 當 $A \geq A_2$ 時， $U_{cv}^{fv} > U_{fv}$ ，消費者使用商業版軟體的效用會大於使用免費版的效用，所以消費者均會購買商業版軟體。(圖 2-2-2)

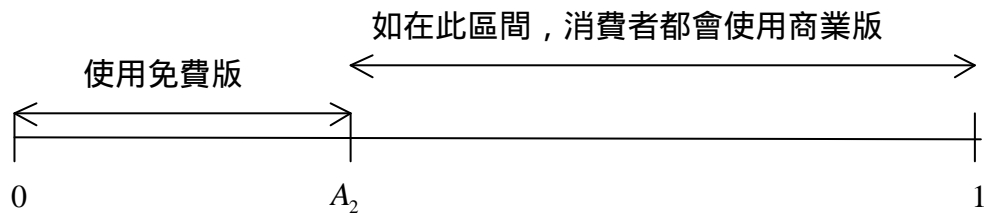


圖 2-2-2

對於廠商而言，當然希望把品質差異定在所有消費者均會去購買商業版軟體的地方，所以綜合 1 與 2. 的推論，我們可以找出廠商品質差異的區間而使消費者全部都購買商業版，此時我們要比較 A_1 與 A_2 的大小以區分出它們在區間中的位置。

$$\begin{aligned} \text{令 } A_1 - A_2 &= 1 - \frac{1}{w} \left(\bar{U} + \frac{d_{fv}}{r} \right) - \frac{1}{w} \left(P + \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \right) \\ &= \frac{w - P - \frac{d_{cv}}{r} - \bar{U}}{w} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{由前提 } U_{cv} \geq U_{no} \text{ 可知：} U_{cv}^{fv} \geq U_{no} &\Rightarrow w - P - \frac{d_{cv}}{r} \geq \bar{U} \\ &\Rightarrow w - P - \frac{d_{cv}}{r} - \bar{U} \geq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

所以(8)式會大於零， $A_1 \geq A_2$ 成立。

(9)式隱含在無免費版存在下，使用商業版軟體的效用水準必須比不使用的效用大，不然所有的人都會選擇不使用串流軟體 Real Player。(圖 2-2-3)

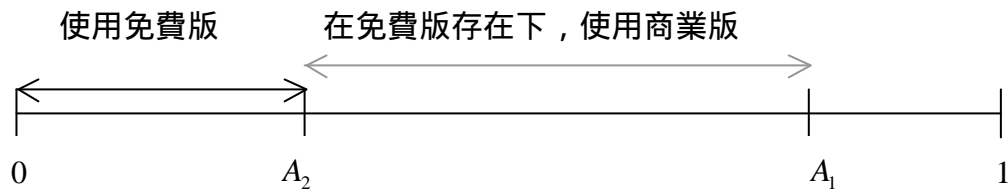


圖 2-2-3

$0 \leq A < A_2$ ：消費者全都使用免費版的軟體。

$A_2 \leq A < A_1$ ：在免費版存在下，消費者全都使用商業版的軟體。

$A_1 < A \leq 1$ ：在無免費版存在下，消費者全都使用商業版軟體。

但軟體廠商不會把 A 定在 $[A_1, 1]$ 之間，因為軟體廠商希望靠免費版軟體來提升軟體市場佔有率外，也希望提升消費者使用商業版軟體的效用 (*i.e.* $U_{cv}^{fv} \geq U_{cv}$)，以吸引到更多潛在消費者購買商業版，所以軟體廠商會把品質差異定在 $[A_2, A_1]$ 之間，使得所有消費者都會購買商業版軟體。

C. 廠商訂價的問題：

在假定商業版軟體未來市場的總需求固定下，我們討論利潤極大化其實只要尋找極大化價格就可。一樣利用消費者效用函數：

無免費版存在時，消費者去使用商業版軟體，表示他覺得使用商業版軟體所帶給他的效用比較高 $\rightarrow U_{cv} \geq U_{no}$ ：

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{a}{r} + b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{cv}}{r} - P &\geq \bar{U} \\ \Rightarrow \frac{a}{r} + b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{cv}}{r} - \bar{U} &\geq P \end{aligned}$$

也就是說廠商訂價時會受到消費者效用函數的限制，只要價格定太高消費者就不會使用 Real Player 串流撥放軟體。由上式可知，廠商所能訂定的最大價格為：

$$P_{cv} = \frac{a}{r} + b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{cv}}{r} - \bar{U} \quad (10)$$

此時廠商的極大化利潤為

$$\begin{aligned} \text{Max } p_{cv} &= P \times q - F \\ &= \left[\frac{a}{r} + b(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{cv}}{r} - \bar{U} \right] \left[(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \right] - F \end{aligned} \quad (10)'$$

在免費版存在時，無特殊偏好的消費者會使用商業版軟體，是因為他認為

使用商業版軟體的效用比使用免費版軟體或不使用來的高 $\rightarrow U_{cv}^{fv} \geq U_{fv} \geq U_{no}$ ：

$$\Rightarrow w - P - \frac{d_{cv}}{r} \geq (1 - A) \times w - \frac{d_{fv}}{r}$$

$$\Rightarrow wA - \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \geq P$$

由上式可知當 A 越大時，P 值就會越大 $\left(\frac{\partial P}{\partial A} > 0\right)$ ，所以，把會讓無特殊偏好

消費者都進入商業版市場的極大 A 值代入，可得到極大化利潤所對應的價格：

$$w \left(1 - \frac{1}{w} \left(\bar{U} + \frac{d_{fv}}{r} \right) \right) - \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \geq P$$

$$\Rightarrow w - \bar{U} - \frac{d_{cv}}{r} \geq P$$

同理，廠商所能訂定的最大價格為：

$$P_{cv}^{fv} = w - \bar{U} - \frac{d_{cv}}{r} \quad (11)$$

此時廠商的最大利潤為

$$\begin{aligned} \text{Max } p_{cv}^{fv} &= P \times q - F - C \\ &= \left(w - \bar{U} - \frac{d_{cv}}{r} \right) \left[(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \right] - F - C \\ &= \left[\frac{a}{r} + b(q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \bar{U} - \frac{d_{cv}}{r} \right] \left[(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{T}{r} + T \right) \right] - F - C \end{aligned} \quad (11)'$$

比較第(10)'式與第(11)'式，我們發現到假如 P_{cv}^{fv} 與 P_{cv} 兩者的差異為正時，

p_{cv}^{fv} 與 p_{cv} 兩者的差異也會為正：

$$p_{cv}^{fv} - p_{cv} = bq_2 \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - C \quad (12)$$

$$\text{if } bq_2 \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \geq C \Rightarrow P_{cv}^{fv} \geq P_{cv} \Rightarrow p_{cv}^{fv} \geq p_{cv}$$

所以，只要軟體廠商認為它推出免費版所造成的外部性大於它所必須付出的平減成本，廠商就會有動機去推出免費版的軟體。

綜合廠商及消費者，只要廠商推出免費版軟體，在特定限制條件下，對於廠商的利潤和消費者的效用都有所提升，造成社會總福利也會提升。所以除商業版外，軟體廠商會推出免費版軟體供消費者選擇。

值得注意的是，雖然第(10)'式與第(11)'式的使用商業版人數都是相同，但在市場佔有率上卻是不相同的：在第(10)'式的情形下，市場使用 Real Player 的總人數為 $(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ ；而在第(11)'式的情形時，市場使用 Real Playe 的總人數卻是 $(q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ ，其中 $(q_1) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 的人數是使用商業版軟體， $q_2 \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$ 是使用免費版軟體。

綜合以上證明，我們可得到定理一：

【定理一】：在網路外部性存在的前提下，廠商策略選擇存在唯一 Nash 均衡：

廠商對於商業版與免費版間的品質差異性 (A) 一定在特定的範圍

$$\left(\frac{1}{w} \left(P + \frac{d_{cv} - d_{fv}}{r} \right) \leq A \leq 1 - \frac{1}{w} \left(\bar{U} + \frac{d_{fv}}{r} \right) \right) \text{ 中，此時廠商願意同時}$$

提供兩種版本（商業版與免費版），而消費者也願意去購買。

第三章 雙佔廠商的競爭

前一章討論了廠商是否願意加入免費版及消費者使用免費版的動機，在已知廠商均會推出免費版軟體後，在此章要討論當市場上出現另一家軟體廠商，在網路外部性的影響下，消費者的選擇決策與效用水準的變化以及廠商間雙競的行為。在現實中串流播放軟體除了 Real Player 外還有 Quick Time 及 Media Player，因為微軟公司出產的 Micro Media Plyer 為內建在作業系統中的軟體，在外並無販售但可供免費下載，其討論方式跟另兩種產品的分析模式並不相同，所以在此我們只分析兩種產品，分別為 Apple 公司所出的 Quick Time 和 Real 公司所出的 Real Player，兩家公司的產品均有免費版及商業版。

第一節 模型設定

兩家廠商部分的假設完全依照上一章節，Apple 公司有兩種產品：免費版及商業版的串流撥放軟體，使用商業版撥放軟體 Quick Time 的效用水準為：

$$U_{QT}^{cv} = \frac{a_{QT}}{r} + b_{QT}(q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT}$$

使用免費版 Quick Time 的效用水準為：

$$U_{QT}^{fv} = (1 - A_{QT}) \left[\frac{a_{QT}}{r} + b_{QT} (q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \right] - \frac{d_{QT}^{fv}}{r}$$

同理 Real 公司的產品 Real Player 也有商業版及免費版，其使用的效用水

準商業版為：

$$U_{RP}^{cv} = \frac{a_{RP}}{r} + b_{RP} (q'_1 + q'_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) - \frac{d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$$

免費版則為：

$$U_{RP}^{fv} = (1 - A_{RP}) \left[\frac{a_{RP}}{r} + b_{RP} (q'_1 + q'_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) \right] - \frac{d_{RP}^{fv}}{r}$$

為了分析方便，在此假設兩公司產品潛在成長率均相等 $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$ 。因

此

$$\text{令 } (q_1 + q_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) = (q'_1 + q'_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right) = X$$

X：為網路外部性大小

消費者面對兩家公司兩種產品（各有免費版與商業版）所擁有的決策空間

有九種，分別為：

RP \ QT	購買商業版	使用免費版	不使用此軟體
購買商業版	(cv, cv)	(cv, fv)	(cv, no)
使用免費版	(fv, cv)	(fv, fv)	(fv, no)
不使用此軟體	(no, cv)	(no, fv)	(no, no)

根據上表，如果消費者可以同時擁有兩公司的產品，他的選擇如下：兩種產品都使用免費版、其中一個使用免費版另一個使用商業版、兩種產品都使用免費版或是兩種產品都不使用：

$$(QT, RP) = (cv, cv), (cv, fv), (fv, cv), (fv, fv), (cv, no), (fv, no), (no, cv), (no, fv), \\ (no, no)$$

在假設消費任一產品效用皆大於不使用的前提下，消費者必然會選擇免費版或商業版的組合，而不會喜歡 $(cv, no), (fv, no), (no, cv), (no, fv), (no, no)$ 等五種組合。在去除後面五種策略選擇情況後，我們僅探討前面四種情況。在不考慮相容性的情形下，當消費者面對這四種選擇，他的效用函數分別為：

消費者選擇 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版的效用水準為⁹：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} = \left(\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{QT} - P_{RP} \right) + (b_{QT} + b_{RP})X$$

--- (3-1)

消費者選擇 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版的效用水準為：

$$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} = \left(\frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} \right) + [(1 - A_{QT})b_{QT} + b_{RP}]X$$

--- (3-2)

消費者選擇 Quick Time 商業版及 Real Player 免費版的效用水準為：

⁹ 我們外生給定兩產品的相容性參數對於文章的分析結果並無影響，而且本文重點並不在於兩產品相容性的探討，因此，為了簡化分析方便，我們假設使用兩產品組合的效用水準為其各別效用的相加總。

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} = \left(\frac{\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} + \frac{(1 - A_{RP})\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{fv}}{r} \right) + [\mathbf{b}_{QT} + (1 - A_{RP})\mathbf{b}_{RP}]X$$

--- (3-3)

消費者選擇 Quick Time 免費版及 Real Player 免費版的效用水準為：

$$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} = \left(\frac{(1 - A_{QT})\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{fv}}{r} + \frac{(1 - A_{RP})\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{fv}}{r} \right) + [(1 - A_{QT})\mathbf{b}_{QT} + (1 - A_{RP})\mathbf{b}_{RP}]X$$

--- (3-4)

由上我們可發現 (3-1) ~ (3-4) 式可能受下列因素的影響：

1. 使用商業版軟體所帶給消費者的直接效用： \mathbf{a}_{RP} , \mathbf{a}_{QT}
2. 產品網路外部性的強度： \mathbf{b}_{RP} , \mathbf{b}_{QT}
3. 在 t 期使用 RP 或 QT 軟體的人口總數： $(\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{t}{r} + t \right)$
4. 第 t 期到 ∞ 期的預期網路外部效益折現值， r 為折現率：

$$\mathbf{b}_{RP} \int_t^{\infty} (\mathbf{q}_1' + \mathbf{q}_2') e^{-r(t-t')} dt$$
 與 $\mathbf{b}_{QT} \int_t^{\infty} (\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2) t e^{-r(t-t')} dt$
5. 購買商業版所需付出的價格： P_{RP} , P_{QT}
6. 消費者使用軟體所付出的學習成本： \mathbf{d}_{RP} , \mathbf{d}_{QT}
7. 商業版與免費版軟體品質差異的平減： A_{RP} , A_{QT}

第二節 消費者只做單一產品選擇

在市場存在兩家串流媒體軟體廠商下，假設消費者只能做單一產品的選

擇，如果消費者現選擇 Real P layer 串流媒體商業版或免費版來使用，其效用水

準分別為：

$$U_{RP}^{cv} = \frac{\mathbf{a}_{RP}}{r} + \mathbf{b}_{RP}(\mathbf{q}'_1 + \mathbf{q}'_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{\mathbf{t}}{r} + \mathbf{t} \right) - \frac{\mathbf{d}_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$$

$$U_{RP}^{fv} = (1 - A_{RP}) \left[\frac{\mathbf{a}_{RP}}{r} + \mathbf{b}_{RP}(\mathbf{q}'_1 + \mathbf{q}'_2) \left(\frac{1}{r^2} + \frac{\mathbf{t}}{r} + \mathbf{t} \right) \right] - \frac{\mathbf{d}_{RP}^{fv}}{r}$$

不同於第二章，此時我們以 U_{QT}^{cv} 或 U_{QT}^{fv} 來替代 \bar{U} ，也就是說，當消費者決定不使用 Real P layer 串流軟體時，是因為他認為使用 Quick Time 串流軟體（無論是免費版或商業版）的效用比較高所致。廠商 Real 公司對於選擇版本間品質差異參數（ A_1 ）也會有所改變，由 A_1 變成 A'_{RP} ：

$$A'_{RP} = 1 - \frac{1}{w_{RP}} \left(U_{QT}^{cv} + \frac{\mathbf{d}_{fv}}{r} \right) \text{ 或是 } 1 - \frac{1}{w_{RP}} \left(U_{QT}^{fv} + \frac{\mathbf{d}_{fv}}{r} \right)$$

如果 Apple 公司調整產品品質，Real 公司也會隨著調整自己的市場策略：當 Apple 公司提升產品品質使消費者效用水準（ U_{QT}^{fv} 或 U_{QT}^{cv} ）上升，會造成 Real 公司調降旗下免費版和商業版軟體品質差異參數 A'_{RP} （即圖 3-2-1 中 A'_{RP} 向左移），也就是 Real 公司產品品質差異參數可調整的範圍縮小了。

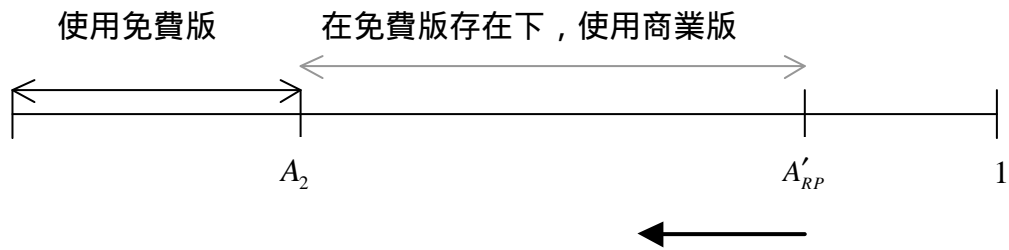


圖 3-2-1

換言之，在雙競的市場環境中，當雙方廠商均致力於提升產品品質與擴大市場規模時，免費版與商業版軟體品質差異程度會縮小，藉以吸引更多的消費者使用免費版，先增加免費版所帶來的網路外部性，然後再吸引更多的消費者使用商業版的軟體。

對此，我們可以綜合成定理二：

【定理二】：若消費者僅能購買一種產品，雙方廠商最適的策略是同時發行商業版與免費版軟體，且當廠商所提供的產品（商業版或免費版）能帶給消費者更高的效用時，其對手所生產之商業版與免費版產品間品質差異可調整的的範圍會縮小，也就是商業版與免費版產品間品質差異會降低。

此外我們可以用圖 3-2-2 來說明。當消費者使用 Real Player 軟體的效用水準受到網路外部性的影響下， U_{QT}^{fv} 與 U_{QT}^{cv} 的增加會使 Real 公司降低商業版與免費版軟體品質差異的平減程度 (A_{RP})。因此 U_{RP}^{fv} 的斜率會變陡。消費 Realp

Player 產品的最適網路規模可能由 x_0^* 移至 x_1^* (圖 3-2-2)。

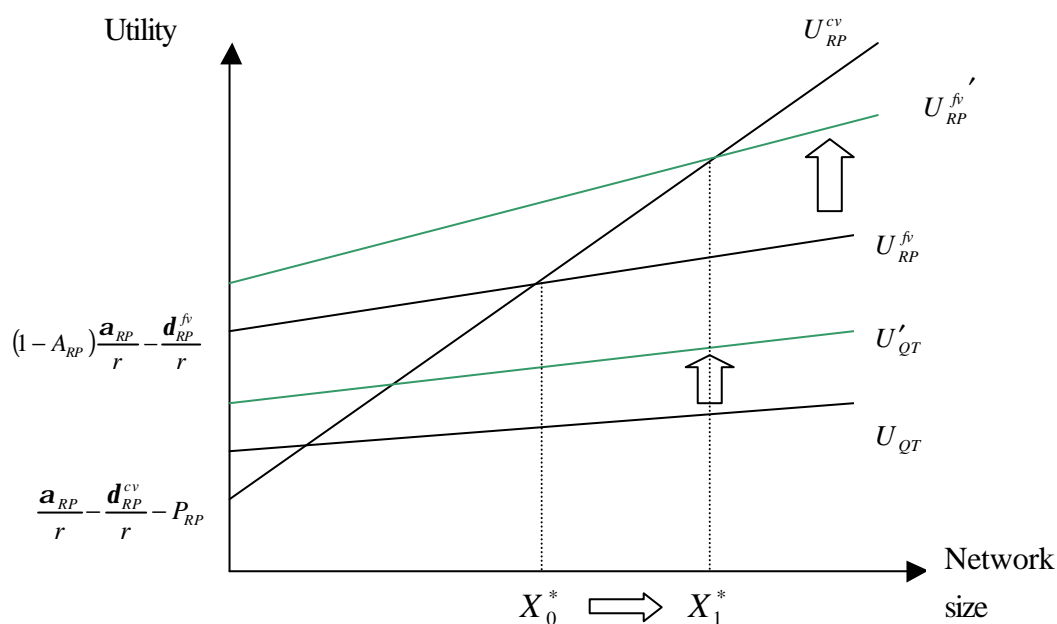
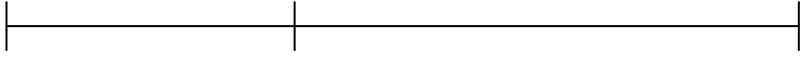


圖 3-2-2

第三節 消費者可同時擁有兩種商品

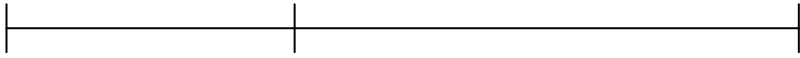
此節消費者可同時購買兩家的產品，我們把重點放在廠商間不同品質差異度大小對網路外部性大小和消費者效用水準的影響，所以在此簡化分析，假設其他參數都為外生給定而且兩廠商間的參數設定成相同，因此上章所得到免費版與商業版品質差異性大小參數的分隔區間點： $Z_{QT} = Z_{RP} = Z$ (圖一)，也就是說當兩廠商除了 A_{QT} 與 A_{RP} 不同外其他參數均相同下，兩廠商設定商業版跟免費版差異的分隔點是相同的：

QT



$$Z_{QT} = \frac{1}{\frac{a_{QT}}{r} + b_{QT} X} \left(P_{QT} + \frac{d_{QT}^{cv} - d_{QT}^{fv}}{r} \right)$$

RP



$$Z_{RP} = \frac{1}{\frac{a_{RP}}{r} + b_{RP} X} \left(P_{RP} + \frac{d_{RP}^{cv} - d_{RP}^{fv}}{r} \right)$$

圖一

我們以下將以逐例的方式來說明：當兩廠商分別把它們的品質差異性定在圖一線段上不同位置時，消費者選擇的均衡策略與廠商調整品質差異參數對消費者選擇的影響。

Case 一：兩廠商產品品質差異參數都很大： $Z \leq A_{QT}$ ， $Z \leq A_{RP}$ 且 $X=0$ 時，

$$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} > \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$$

$$\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} > \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \text{ 成立}^{10} \text{，而 (3-1)~(3-4) 式變成：}$$

¹⁰ 當 $Z \leq A_{QT}$ ， $Z \leq A_{RP}$ 表示使用兩廠商產品的商業版效益會大於使用免費版效益，也就是

$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} > \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$ ， $\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} > \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r}$ 。同理可證其他各例子大小的情況。

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} = \left(\frac{\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{cv}}{r} + \frac{\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{cv}}{r} - P_{QT} - P_{RP} \right) \quad (3-5)$$

$$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} = \frac{(1 - A_{QT})\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{fv}}{r} + \frac{\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} \quad (3-6)$$

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} = \frac{\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} + \frac{(1 - A_{RP})\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{fv}}{r} \quad (3-7)$$

$$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} = \frac{(1 - A_{QT})\mathbf{a}_{QT} - \mathbf{d}_{QT}^{fv}}{r} + \frac{(1 - A_{RP})\mathbf{a}_{RP} - \mathbf{d}_{RP}^{fv}}{r} \quad (3-8)$$

(3-5) ~ (3-8) 式為消費者決策效用的截距項。

當 Apple 公司的品質差異參數大於 Real 公司 ($A_{QT} > A_{RP}$) 的情形下，

比較 (3-5) ~ (3-8) 式，我們可以得到截距項的大小：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$$

比較消費者各決策 (3-1) ~ (3-4) 式的斜率項大小：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope}$$

此時無論網路外部性大小為多少，消費者都會選擇使用 Quick Time 商業版

及 Real Player 商業版的組合。(圖 3-2-1)

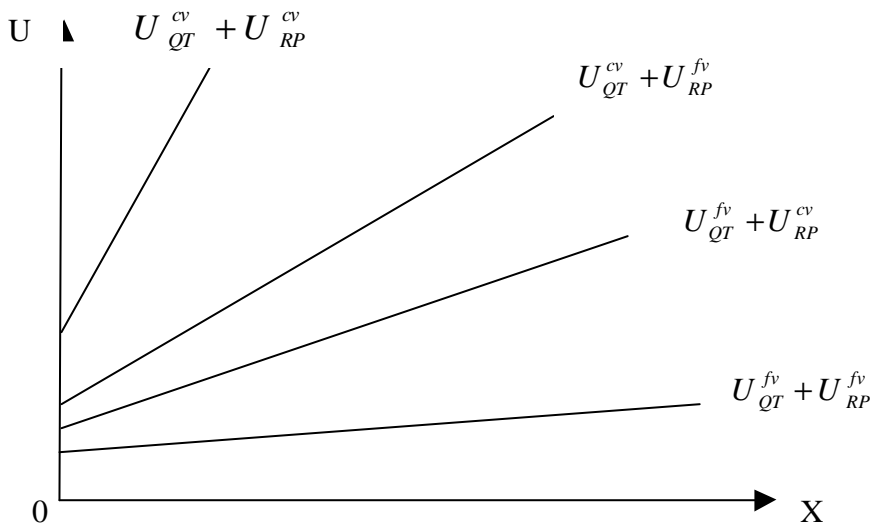


圖 3-2-1

相反地，在 $A_{QT} < A_{RP}$ 的情形，因為 A_{QT} 與 A_{RP} 的大小只會影響到 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$ 的大小排列，所以結果並無不同：故當兩廠商產品品質差異參數都很大時，無論網路外部性為何，消費者都會選擇使用 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版撥放軟體。在廠商方面，品質差異參數 A_{QT} 與 A_{RP} 之間的大小對消費者決策並沒影響，所以不會有誘因去做調整。

Case 二：當兩廠商產品品質差異參數都很小： $0 \leq A_{QT} < Z$ ， $0 \leq A_{RP} < Z$ 且 $X=0$

時：

$$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} < \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$$

$$\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} < \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \text{ 成立}$$

A. 首先在 $A_{QT} < A_{RP}$ 的情況下：

當 $X=0$ 時，比較 (3-5)~(3-8) 式可知消費者各策略選擇的截距項大小為：

$$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$$

比較消費者效用水準 (3-1) ~ (3-4) 式的斜率項可知：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} \geq U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} \geq U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope} \geq U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope}$$

由 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$ 的交點與 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線與 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 線的

交點，我們可以得到：

$$X' = \frac{1}{bA_{QT}} \left(P_{QT} - \frac{A_{QT}a_{QT}}{r} + \frac{d_{QT}^{cv} - d_{QT}^{fv}}{r} \right)$$

$$X'' = \frac{1}{bA_{RP}} \left(P_{RP} - \frac{A_{RP}a_{RP}}{r} + \frac{d_{RP}^{cv} - d_{RP}^{fv}}{r} \right)^{11}$$

因為這裡除了品質差異參數 A 不同外其他的參數都假定相同，所以

$X' > X''$ 。(圖 3-2-2)

¹¹ $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$ 的交點：

$$\begin{aligned} \left(\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{QT} - P_{RP} \right) + 2bX &= \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} + (2 - A_{QT})bX \\ \Rightarrow A_{QT}bX &= \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} - \frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} + P_{QT} \Rightarrow X' = \frac{1}{bA_{QT}} \left(P_{QT} - \frac{A_{QT}a_{QT}}{r} + \frac{d_{QT}^{cv} - d_{QT}^{fv}}{r} \right) \end{aligned}$$

$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線與 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 線的交點：

$$\begin{aligned} \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} + (2 - A_{QT})bX &= \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} + (2 - A_{QT} - A_{RP})bX \\ \Rightarrow A_{RP}bX &= \left(P_{RP} - \frac{A_{RP}a_{RP}}{r} + \frac{d_{RP}^{cv} - d_{RP}^{fv}}{r} \right) \Rightarrow X'' = \frac{1}{bA_{RP}} \left(P_{RP} - \frac{A_{RP}a_{RP}}{r} + \frac{d_{RP}^{cv} - d_{RP}^{fv}}{r} \right) \end{aligned}$$

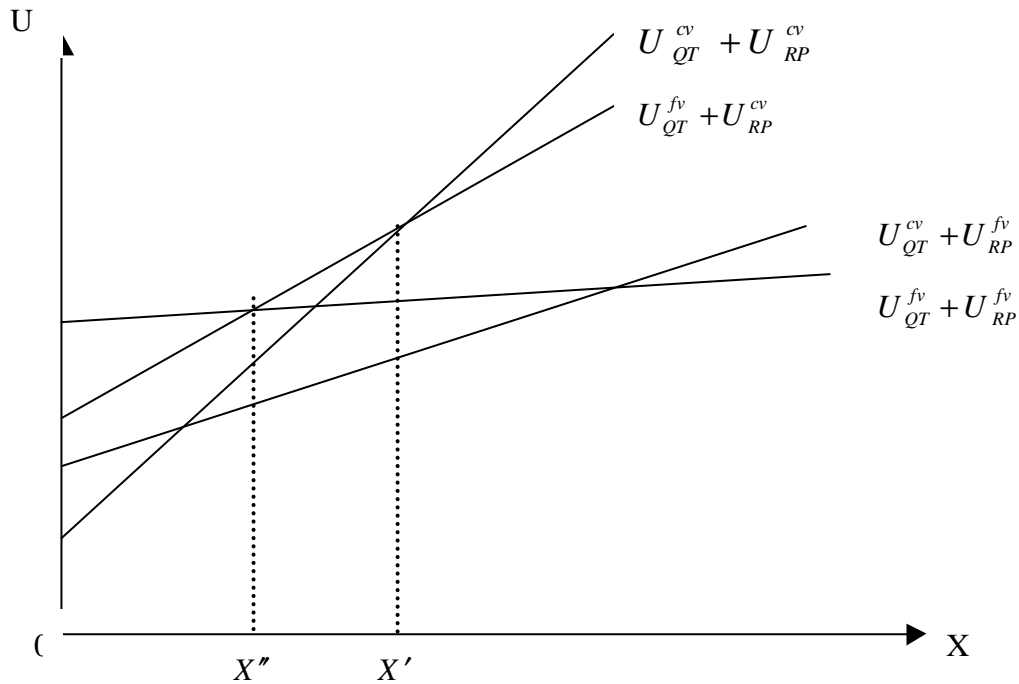


圖 3-2-2

當網路外部性很小 ($X^* \in [0, X'')$) 時，消費者會選擇使用 Quick Time 及 Real P layer 的免費版；當網路外部性增加 ($X^* \in (X'', X')$) 時，使用 Real P layer 商業版軟體的效用隨著網路外部性的增加而快速提昇，進而大於使用免費版的效用，所以存在著唯一的均衡選擇策略：消費者都會選擇使用 Quick Time 免費版及使用 Real Player 商業版軟體的組合；當網路外部性非常大 ($X^* > X'$)，使用 Quick Time 商業版軟體的效用隨著網路外部性的增加也上昇，所以消費者都會選擇使用 Quick Time 商業版及使用 Real Player 商業版軟體。

另外，廠商對於產品差異參數的調整也會影響消費者均衡策略的選擇：

- a. 在 Real 公司不調整其品質差異參數 (A_{RP}) 下，如果 Apple 公司調降 A_{QT} 下降時會導致 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線的斜率及截距增加成為 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})'$ 線，也會導致

$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 線的斜率及截距增加成為 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})'$ 線，因為兩線呈等比率移動所以 X'' 並不會改變，但 X' 會移動到 X'_2 (圖 3-2-3)，此時與上面結論唯一不同的地方在於 $X \in (X'', X'_2)$ 的範圍比原來的大，也就是使用 Quick Time 的免費版及使用 Real Player 的商業版軟體的網路外部人口比較多。在各廠商都極大化利潤的條件下，對 Apple 公司來說並非是一個有利的調整決策，因為廠商希望消費者能快速的由免費版轉換為使用商業版軟體。來增加廠商的收益。更極端的是，當 A_{QT} 下降到 0 時， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線會移動至

$$(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})'' = \left(\frac{a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} \right) + [b_{QT} + b_{RP}]X, U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \text{ 線也會}$$

$$\text{移至 } (U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})'' = \left(\frac{a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r} + \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \right) + [b_{QT} + (1 - A_{RP})b_{RP}]X. \text{ (圖}$$

3-2-3)

當網路外部性很小 ($X \in [0, X'']$)，消費者會選擇使用 Quick Time 及 Real Player 的免費版來使得他們的效用極大；當網路外部性很大 ($X > X''$) 時，只存在單一均衡選擇，也就是所有消費者都會選擇使用 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版軟體。此時無論網路外部性為多大都不會有人去選擇兩產品都使用商業版本，因為隨著網路外部性的增加，使用 Quick Time 免費版的效用水準增加速度與使用 Quick Time 商業版效用增加速度一樣，且在網路外部性極小 ($X \approx 0$) 時，使用免費版的效用水準又大於使用商業版的效用水準，所以消費者不會選擇使用 Quick Time 商業版軟體，以上說明再度證實了 Apple 公司不會

調降 A_{QT} 。

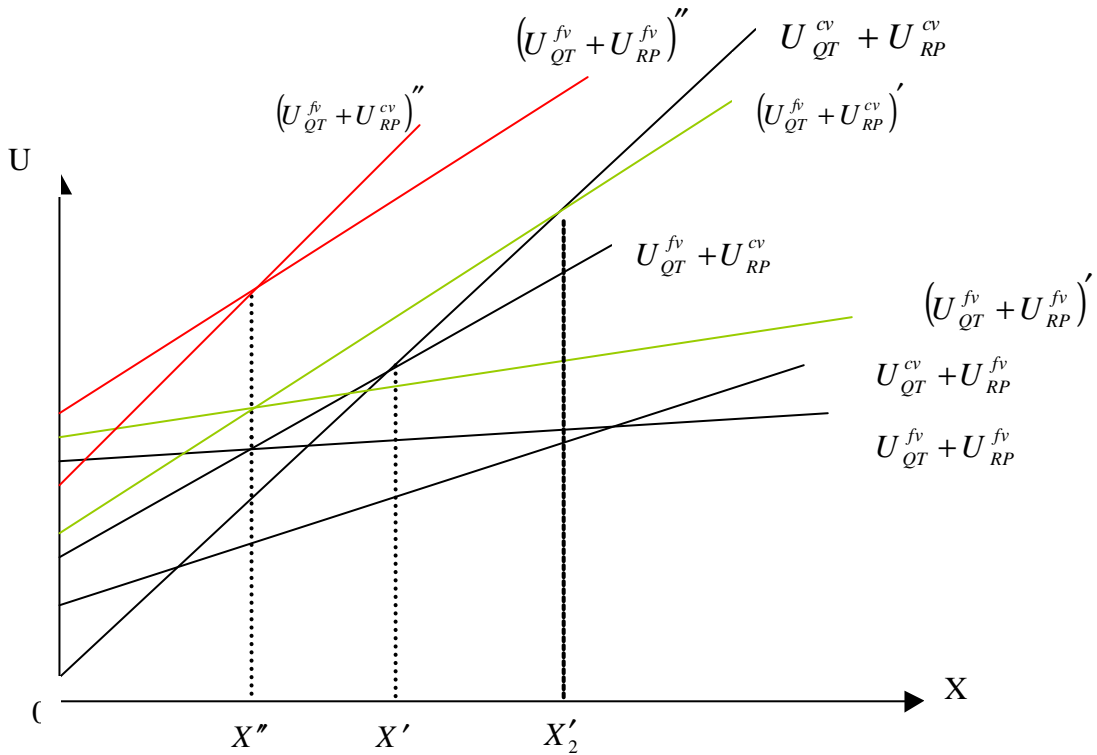


圖 3-2-3

同理可證，在極大化利潤條件下，Real 公司也不會有誘因去調降其產品的品質差異參數以免商業版使用者的流失。

b. 如果 Apple 公司調升其品質差異參數 (A_{QT})，會導致 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 移至

$(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})'$ ， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})'$ (圖 3-2-4)。兩線也會成等比率移動

所以 X'' 並不會改變，但 X' 會移動到 X''' 。此時如果網路外部性很小

($X^* \in [0, X'']$)，消費者會選擇使用 Quick Time 及 Real Player 的免費版；因

為網路外部性的增加 ($X^* \in (X'', X''')$) 使得使用 Real Player 商業版軟體的效

用增加，消費者會選擇 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版的組合。當網路外部性很大 ($X^* > X'''$) 時，消費者使用 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版效用最高。與圖 3-2-2 分析結果相較，部分使用 Quick Time 免費版軟體的消費者會提前轉向選擇使用兩產品商業版的組合 ($X' \downarrow \checkmark X'''$)，造成 Apple 公司的收益增加，所以對 Apple 公司來說有誘因提升 A_{QT} 。

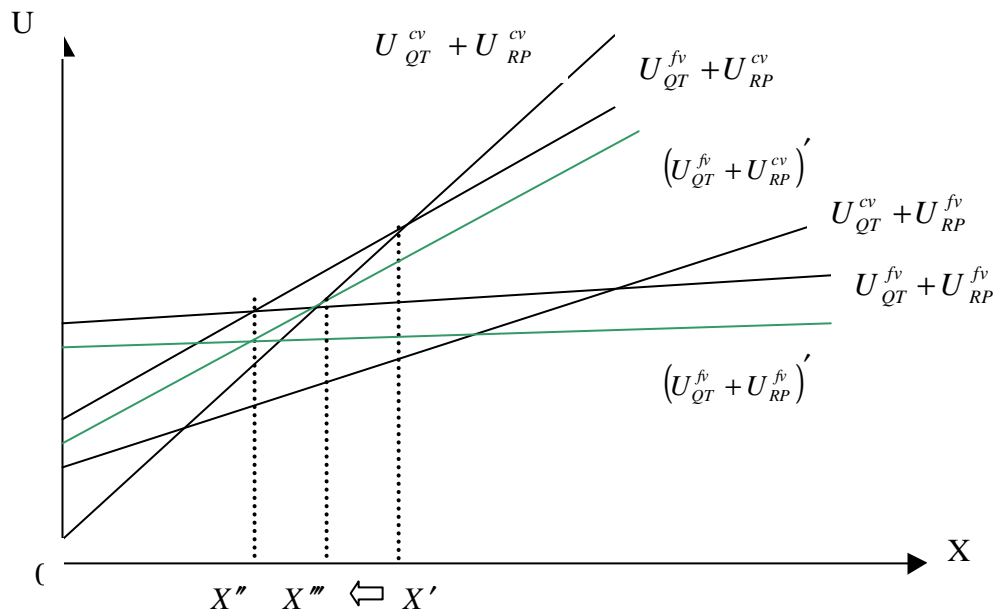


圖 3-2-4

c. 如果 Apple 公司調升 A_{QT} 到非常接近臨界值 Z_{QT} ($=Z$) 時，因為在情形 $A_{QT} < A_{RP}$ 且 A_{QT} 與 A_{RP} 都小於 Z 的情形下， A_{QT} 與 A_{RP} 都會非常接近 Z ，代表兩種產品在網路外部性極小 ($X \approx 0$) 時，使用商業版的效用水準和使用免費版沒多大差異；隨著網路外部性增加，消費者都會去使用雙方產品的商業版，圖形由圖

3-2-2 變成圖 3-2-5 :

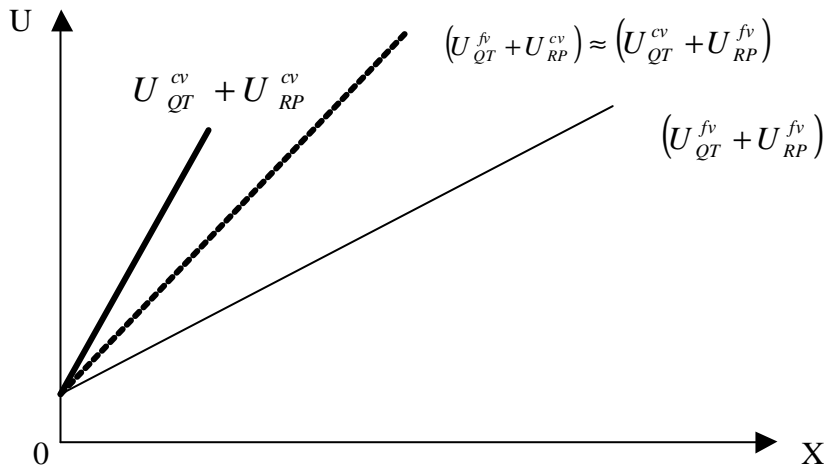


圖 3-2-5

在此情形下，廠商們所獲的的收益最大：只要網路外部性增加，消費者都會去使用商業版軟體，與圖 3-2-2 比較，兩家廠商都有誘因去提升它們的品質差異參數。

B. $A_{QT} > A_{RP}$ 的情況下：

由於 A_{QT} 與 A_{RP} 的大小只會影響到 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$ 的大小順序，所以我們可以得到相類似的結果。

綜合以上的討論，只要兩家公司的產品品質差異性參數不大，消費者會做出何種選擇需視網路外部性的大小而定：對廠商而言，無論哪家公司的品質差異性較大，兩公司都會提升到非常接近臨界值 Z ，以增加商業版消費者來得到最大的利潤。

Case 三：兩家公司的品質參數都等於臨界值： $A_{QT} = Z$ ， $A_{RP} = Z$ 且 $X=0$ 時：

$$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} = \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$$

$$\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} = \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \text{ 成立}$$

X=0 時，在截距項方面，在沒有網路外部性的影響且兩家公司的品質差異參數都相等（ $A_{QT} = Z = A_{RP}$ ）下，使用免費版跟商業版軟體的效用均相等：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} = U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} = U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} = U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$$

X>0 時，在斜率方面，因為 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope}$ 不受品質差異參數的影響，所以最大，反之 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope}$ 則最小¹²，所以：

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope} = U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope}$$

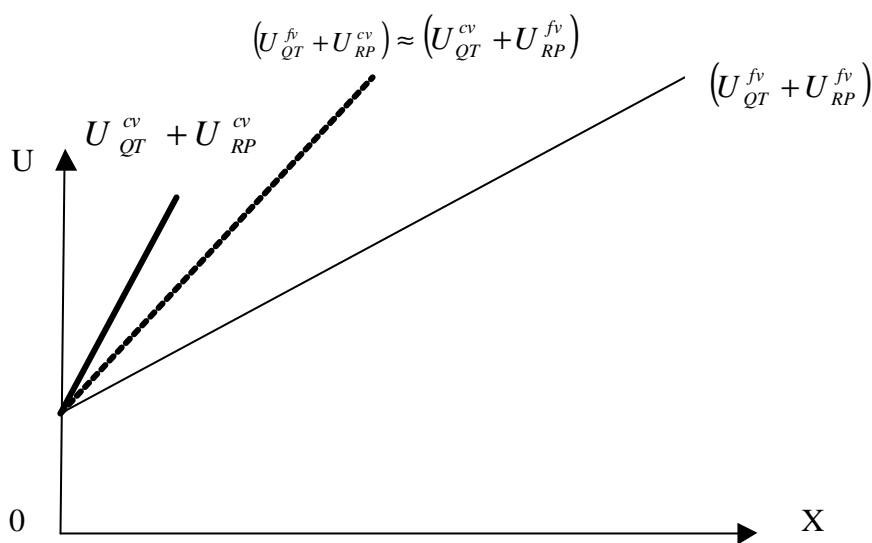


圖 3-2-6

因此在網路外部性極小（X=0）時，存在著四種均衡選擇，無論消費者選擇

¹² $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} \Big|_{slope} = (b_{QT} + b_{RP})$ ：完全不受品質差異參數 A 的影響。

$U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} \Big|_{slope} = (1 - A_{QT})b_{QT} + (1 - A_{RP})b_{RP}$ ：受到品質差異參數的影響最大。

以下其中哪一種： $(QT, RP) = (cv, cv), (cv, fv), (fv, cv), (fv, fv)$ 所獲得的效用水準都一樣，但當網路外部性增加時，因為商業版軟體網路外部性所帶來的效用水準增加較快，所以所有消費者均會購買商業版，此時使用 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版撥放軟體的效用水準為最大，只存在唯一的均衡選擇。故在極大化利潤下，兩廠商沒有誘因會去調整其產品品質參數。（圖 3-2-6）

Case 四：Apple 產品的品質差異參數相當小，Real 公司的品質差異參數相當大：

$0 \leq A_{QT} < Z$ ， $A_{RP} > Z$ 且 $X=0$ 時：

$$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} < \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$$

$$\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} > \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \text{ 成立，也證明了 } A_{RP} > A_{QT}$$

在此有兩種情形存在：

A. 當 $\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} < \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$ 的差距大於 $\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$ $> \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r}$ 的差距，比較截距項（3-5）~（3-8）式可知截距項大

小：在 $X=0$ 時， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$

B. 當 $\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} < \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$ 的差距小於 $\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$ $> \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r}$ 的差距，比較截距項（3-5）~（3-8）式可得：在 $X=0$

時， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$

在 A 的情形下（ $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$ ）：

我們會得到 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$ 線的交點 (圖 3-2-7), X' ,

$$X' = \frac{1}{bA_{QT}} \left(P_{QT} - \frac{A_{QT} a_{QT}}{r} + \frac{d_{QT}^{cv} - d_{QT}^{fv}}{r} \right)$$

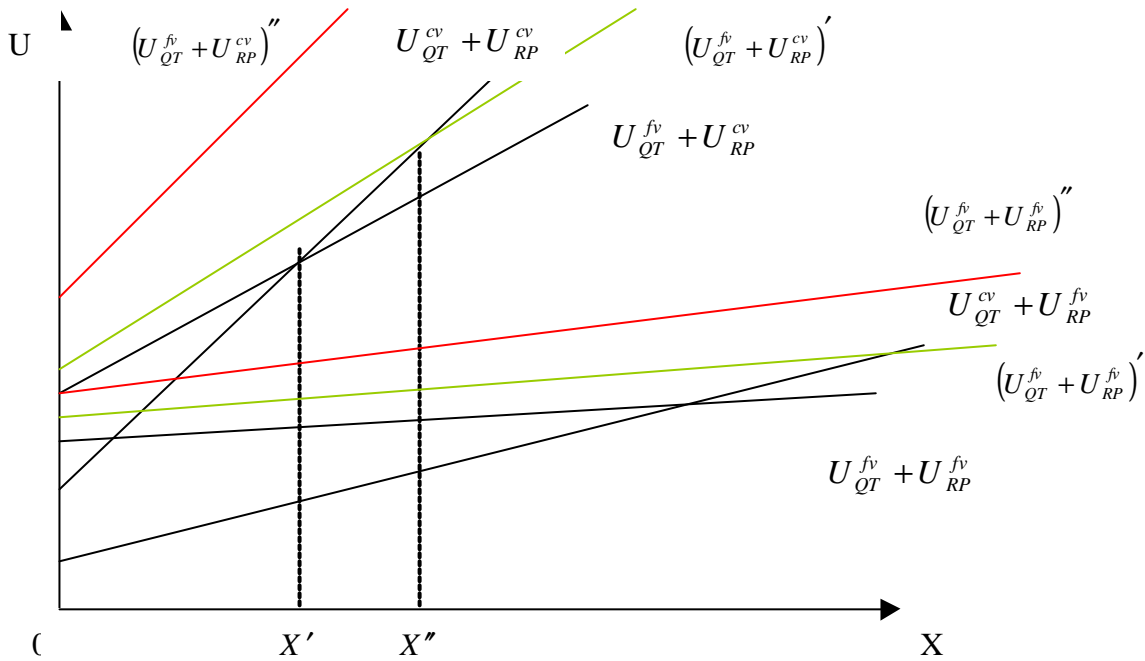


圖 3-2-7

在網路外部性較小 ($X^* \in [0, X']$) 時, 在極大化效用水準下, 消費者會選擇使用 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版軟體; 當網路外部性較大 ($X^* > X'$) 下, 消費者使用 Quick Time 商業版與 Real Player 商業版軟體。(圖 3-2-7)

同樣觀察廠商調整產品品質差異性的行為。例如：

- a. 在 A_{RP} 不變, Apple 公司調降 A_{QT} 時, 會導致 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})'$

線、 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 線移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})'$ 線， $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})'$ 線與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$ 線相交於 X'' 點， $X'' > X'$ ，也就是說選擇 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版的消費人口變多。更清楚的極端情形是 Apple 公司把其品質差異參數 (A_{QT}) 調降到接近 0， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 會移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})''$ 線， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 也會移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})''$ 線， $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})''$ 線與 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv}$ 線相比較，除了截距項 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})''$ 線較大外，兩者的斜率都相同，此時只存在一個均衡選擇策略，就是所有消費者都會選擇使用 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版軟體。(圖 3-2-7)

以上調降 A_{QT} 的情形，在廠商 Apple 公司的內部，不會有這決策，因為當它把 A_{QT} 下降後，會使得使用 Quick Time 商業版軟體人數下降，造成公司的收益減少。

b. 在 Real 公司的品質差異參數 A_{RP} 不變下，當 Apple 公司調升 A_{QT} 且上升到接近臨界值 Z 時， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線會移至 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})^*$ 線、 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 也會下降為 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})^*$ 線，當網路外部性增加 ($X > 0$)，消費者會選擇 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版的組合。與此例初始的狀況比較可知，Apple 公司會利用提升 A_{QT} 到臨界值 Z 使消費者提早使用商業版來提昇公司收益。圖 3-2-8

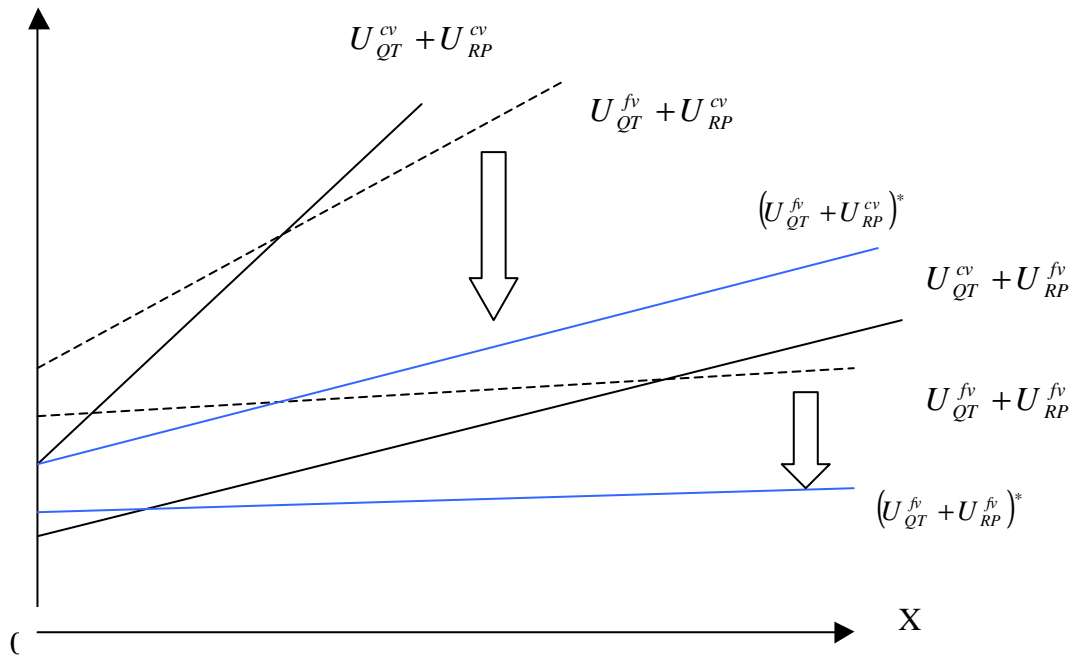


圖 3-2-8

c. 如果兩家公司同時動作，Apple 公司調降 A_{QT} 接近 0 且 Real 公司也調降其參數 A_{RP} 下降到 Z 時， $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線的斜率及截距增加成為 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv})''$ 、 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv}$ 線的斜率及截距增加成為 $(U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv})''$ 線、 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$ 線的斜率及截距增加成為 $(U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv})''$ 線。當網路外部性增加 ($X > 0$)，只存在唯一的均衡選擇策略，就是消費者只會選擇 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版軟體的組合。由前面例子 a. 可知，廠商 Apple 公司不會在對手降低 A_{RP} 時去降低 A_{QT} ，如果降低 A_{QT} ，會使得原本願意使用商業版的消費者變成去使用免費版，造成公司收益的下降；在 Real 公司方面，原本從頭到尾消費者都會去使用其商業版本，但在現在這個情況下，當網路外部性極小時 ($X \approx 0$) 消費者有可能會去使用免費版進而造成 Real 公司的損失，所以 Real 公司也不會主動去降低其品質差異參數 A_{RP} 。(圖 3-2-9)

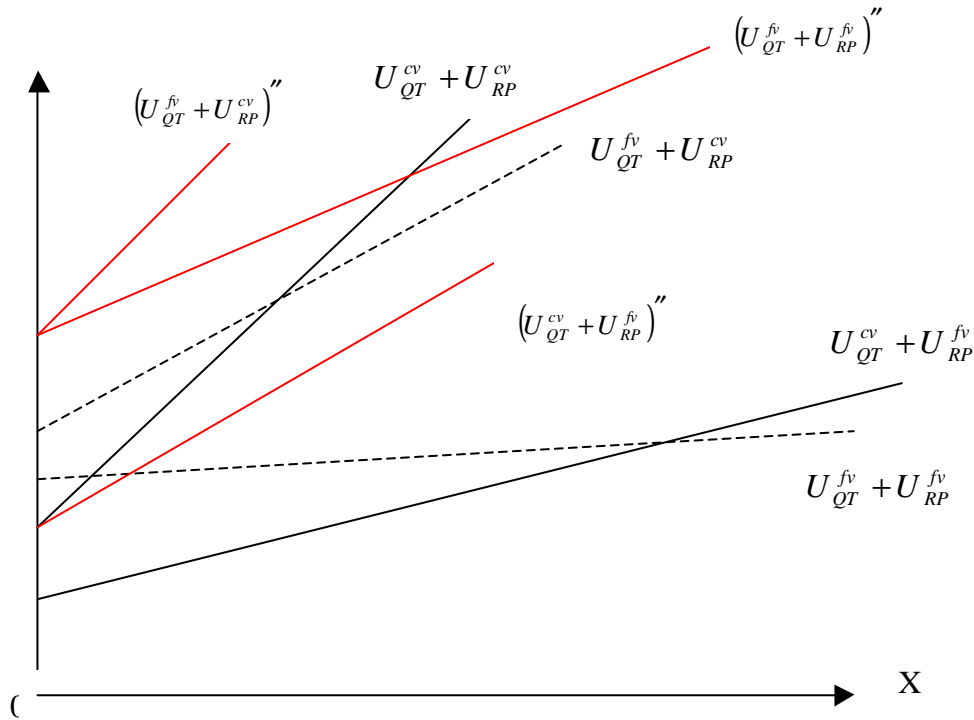


圖 3-2-9

在 B. 的情形下 ($U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$) 可得到與情形 A. 相類似的結論，就是在網路外部性不大 ($X \in [0, X']$) 時，消費者在效用極大化下存在著唯一的均衡選擇：都使用 Quick Time 免費版及 Real Player 商業版軟體；當網路外部性增加 ($X > X'$)，消費者會選擇使用 Quick Time 商業版及 Real P layer 商業版軟體。在分析廠商們調整旗下產品差異性變化部份，兩家公司各種變動所造成的各種影響也跟情形 A. 的推論相類似。

Case 五：Apple 產品的品質差異性很大，Real 公司產品品質差異性很小

($A_{QT} > Z$ ， $0 \leq A_{RP} < Z$) 且 $X=0$ 時：

$$\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} > \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$$

$$\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP} < \frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r} \text{ 成立, } A_{RP} < A_{QT} \text{ 存在下列兩種情形:}$$

- A. 當 $\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} > \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$ 的差距大於 $\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$ < $\frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r}$ 的差距時, 比較各消費者選擇效用截距項大小

$$((3-5) \sim (3-8) \text{ 式}): U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$$

- B. 當 $\frac{a_{QT} - d_{QT}^{cv}}{r} - P_{QT} > \frac{(1 - A_{QT})a_{QT} - d_{QT}^{fv}}{r}$ 的差距小於 $\frac{a_{RP} - d_{RP}^{cv}}{r} - P_{RP}$ < $\frac{(1 - A_{RP})a_{RP} - d_{RP}^{fv}}{r}$ 的差距時, 各截距項大小:

$$U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{cv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{fv} > U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$$

比較 Case 四 跟 Case 五 可知, 可發現除了 $U_{QT}^{cv} + U_{RP}^{fv}$ 線與 $U_{QT}^{fv} + U_{RP}^{cv}$ 線不同之外, 其他均相同, 而兩線也只是大小順序的改變, 所以兩者分析的方式與結果非常類似: 在極大化效用下, 當網路外部性很小 ($X^* \in [0, X')$) 時, 存在著唯一的均衡選擇策略: 消費者都會選擇使用 Quick Time 的商業版及 Real Player 的免費版軟體; 當網路外部性很大 ($X^* > X'$), 消費者都選擇 Quick Time 商業版及 Real Player 商業版軟體的組合來使用。 圖 3-2-10

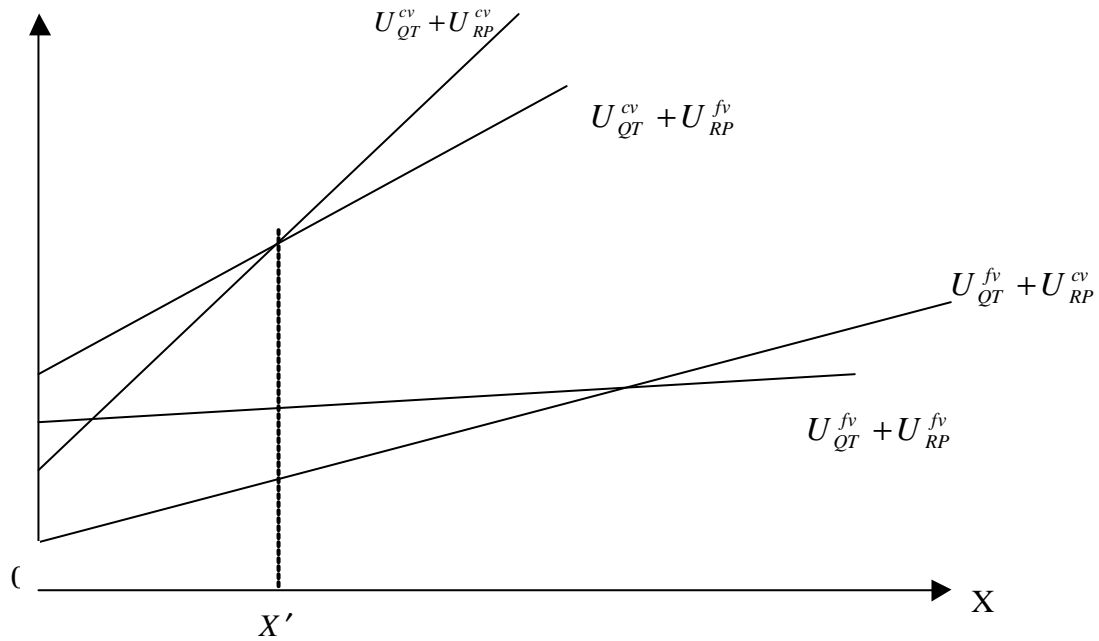


圖 3-2-10

另外，同理可知，在各廠商產品差異性參數調整對消費者選擇的影響部分，Quick Time 品質參數不變下，如果 Real 公司調降 A_{RP} ，此時只存在一個均衡選擇策略，就是所有消費者都選擇 Quick Time 商業版及 Real Player 免費版的組合。所以 Real 公司不傾向調降其品質差異參數 (A_{RP})；相反的，當 Real 公司調升品質差異參數 A_{RP} ，會讓使用其免費版軟體的人在網路外部性存在時會轉成使用商業版，在有利可圖下，Real 公司會讓品質參數 A_{RP} 上升且上升到接近 Z 。

所以在 Case 四 跟 Case 五 的情形下，消費者會去選擇品質差距大的商業版與品質差距較小的免費版為其消費組合，而品質差異較小的廠商在有利可圖的情況下，會去提升其品質差距以吸引更多的消費者來使用其商業版軟體。

綜合以上 Case 一~五的各種分析，我們可以得到【定理三】。

【定理三】：若消費者可以同時擁有二種產品，當 Real Player 與 Quick Time 軟體商業版與免費版間品質差距夠大時，消費者會同時選用 Real Player 與 Quick Time 商業版的組合；若兩家商業版與免費版間品質差距夠小，消費者的最適選擇組合將會隨網路規模的大小而改變，此時兩廠商都會儘量去提升他們產品的品質差距；若兩種產品與免費版間品質差距一個夠大、另一個夠小，則消費者會選擇品質差距大的商業版與品質差距較小的免費版為其消費組合，此時差距較小的廠商會去提升本身的品質差距以提升產品競爭力。

第四節 一般化分析

在經過多年異質品質差異的競爭後，Real Player 與 Quick Time 兩串流軟體產生了幾個有趣的市場現象：第一是兩者商業版的市場價格趨向於一致（同樣為 US \$ 29.9）；其次是同時使用兩種商業版軟體的消費者多為 SOHO 族與企業，其佔使用 Real Player 與 Quick Time 軟體總使用人數的比例不高，但卻極為穩定。此節本文欲以更一般化的設定，透過數學證明的方式，分析使用串流軟體的直接效用水準或網路外部性強度對兩串流軟體商業版與免費版間品質差異程度的影響。在一般化設定下，圖 3-4-1 存在：

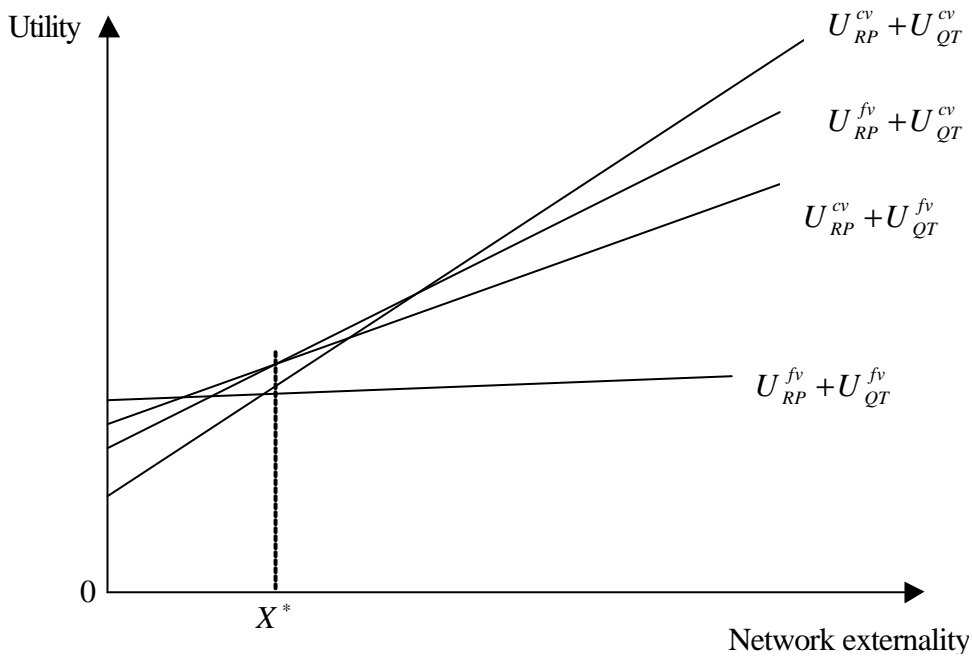


圖 3-4-1

對於偏好同時擁有 Real Player 商業版與 Quick Time 免費版或是 Real Player 免費版與 Quick Time 商業版的邊際消費者（ X^* 點的消費者）而言，勢必滿足 $U_{RP}^{fv} + U_{QT}^{cv} = U_{RP}^{cv} + U_{QT}^{fv}$ 。故令：

$$G = \frac{A_{RP} \mathbf{a}_{RP} - A_{QT} \mathbf{a}_{QT} + \mathbf{d}_{QT}^{cv} - \mathbf{d}_{QT}^{fv} - (\mathbf{d}_{RP}^{cv} - \mathbf{d}_{RP}^{fv})}{r} + (A_{RP} \mathbf{b}_{RP} - A_{QT} \mathbf{b}_{QT})X + (P_{QT} - P_{RP}) = 0 \quad (3-9)$$

我們先假設 Real Player 跟 Quick Time 兩種商業版軟體的價格均相同（ $P_{QT} = P_{RP}$ ），且由於兩種品均為圖形化使用介面，故兩者學習成本的差距也都

相同 ($d_{QT}^{cv} - d_{QT}^{fv} = d_{RP}^{cv} - d_{RP}^{fv}$), 再假設兩種產品的網路外部性強度亦一致

($b_{RP} = b_{QT} = b$), 則 (3-9) 式變為 :

$$G = \frac{A_{RP}a_{RP} - A_{QT}a_{QT}}{r} + (A_{RP} - A_{QT})bX = 0 \quad (3-10)$$

(3-10) 式中 , 因 $bX > 0$, 如果 (3-10) 式要成立則 $A_{RP} = A_{QT}$ 且 $A_{RP}a_{RP} = A_{QT}a_{QT}$ 需成立。故如果 a_{RP} 上升、 a_{QT} 不變時 , 為維持 (3-10) 式成立 , 必須滿足 $A_{RP}a_{RP} - A_{QT}a_{QT} > 0$ 而且在 A_{RP} 不變時 , A_{QT} 必須隨之增加。同理可證網路外部性強度的部份 : 如果 Real Player 商業版軟體網路外部性強度 (b_{RP}) 上升程度大於 Quick Time 商業版軟體網路外部性強度 b_{QT} 的上升程度時 , Quick Time 商業版與免費版軟體間品質差異擴大的程度 (A_{QT}) 會大於 Real Player 商業版與免費版軟體間品質差異 (A_{RP}) 擴大的程度 (即 $\Delta A_{RP} < \Delta A_{QT}$) 由此可知 , 當使用 Real Player 商業版軟體所帶給消費者的直接效用或網路外部性強度增加時 , Apple 公司為了降低消費者擁有 Real Player 商業版與 Quick Time 免費版軟體的效用水準 , 必定會調降於 Quick Time 免費版的品質 , 間接地去提升擁有於 Quick Time 商業版與 Real Player 免費版組合的效用水準 , 進而引誘潛在消費者的加入 , 來增加公司的收益。

我們由以上的證明可得定理四 :

【定理四】: 如果消費者使用商業版軟體的直接效用水準 (a_{RP} 或 a_{QT}) 或產品網路外部性的強度參數 (b_{RP} 或 b_{QT}) 增加時 , 其競爭對手會提升旗下產品的品質差異參數 (A_{QT} 或 A_{RP}), 也就是擴大其所生產之商

業版與免費版軟體間品質的差異程度。

第四章 結論

在網路外部性存在時，欲分析產業及消費者的決策行為有其難度，加上串流影音撥放軟體不同於傳統產業，有著數位產品的特色，這也使在分析上更加複雜化。

根據本文研究發現：在網路外部性的存在下，廠商最適的 Nash 均衡策略便是同時提供免費版及商業版軟體。免費版的存在一方面可以吸引新的消費者加入，另一方面也可提昇其他人使用該串流影音軟體的效用水準。

在第二部份的雙佔分析模型中，兩家廠商的最適決策也都是推出免費版及商業版。當消費者僅能選擇單一產品來使用時，某廠商所提供的產品如果能帶給消費者更高的效用水準，則敵對廠商所生產之免費版與商業版軟體間，可調整的品質差異參數範圍就會縮小，也就是商業版與免費版產品間品質差異會降低以便吸引消費者的使用。

如果消費者可同時擁有多種產品，當兩種產品的商業版與免費版間品質差距夠大時，消費者會選用同是商業版的組合，此時兩廠商均無誘因去改變其品質差異參數的大小；當兩家商業版與免費版間品質差距夠小，消費者的最適選擇組合將會隨網路規模的大小而改變，在兩廠商方面，無論哪家公司的品質差異性較大，兩公司都會提升其品質差異參數到非常接近免費版跟商業版的臨界值，以吸

引使用商業版的消費者來得到最大的利潤；當兩種產品與免費版間品質差距一個夠大、另一個夠小，則消費者會選擇品質差距大的商業版與品質差距較小的免費版為其消費組合，此時品質差距較小的廠商會去提升其品質差距好增加旗下產品的競爭力。

另外，本文也證得，當使用商業版軟體所帶給消費者的直接效用或產品網路外部性的強度增加時，其競爭產品商業版與免費版間品質的差異程度也會擴大。

而在現實社會中，無論是 Apple 公司或是 Real 公司，都有同時提供免費版及商業版本的現象，而透過觀察產品的競爭可以發現，串流撥放軟體產品的版本不斷推成出新、商業版功能的不斷提升與使用人數的不斷增加，再再都驗證了我們研究的結果，然不可諱言的是，本文許多結果均在多重假設下推論而成，我們認為產品異質雙占 Hotelling 模型的應用、動態體系的分析和電腦輔助的模擬將是本文下一步研究的重點。

參考文獻

一、中文部分：

余家銘 (1999), 「網路效果與標準化的三個議題」, 碩士論文, 台北大學經濟研究所。

曾啟智 2000, 「免費軟體與網路外部效益」, 碩士論文, 清華大學經濟研究所。

陳建成 2000, 「相容性、技術開放、與廠商競爭」, 碩士論文, 淡江大學產業經濟研究所。

Carl Shapiro and Hal R. Varian 著, 張美惠譯, 資訊經營法則 Information Rules, 時報文化出版企業股份有限公司, 1999年初版。

二、英文部分：

Bental Benjamin, and Menahem Spiegel, 1995, " Network Competition, Product Quality, and Market Coverage in The Presence of Network Externalities," *The Journal of Industrial Economics*, vol. 62, pp 197-208.

Chou, Chien-Fu, and Shy, Oz, 1990," Network Effects without Network Externalities," *International Journal of Industrial Organization*, vol. 8, pp 259-270.

Economides, N., 1996," Network Externalities, Complementarities, and Invitations

- for Enter.” *European Journal of Political Economy*, vol. 12 , pp 211-232.
- Farrell, Joe, and Garth, Saloner, 1986,” Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation,” *American Economic Review*, vol. 76 no 5, pp 940-955.
- Haruvy, Ernan, and Ashutosh, Prasad, 2001,” Optimal Freeware Quality in the Presence of Network Externalities: an Evolutionary Game Theoretical Approach,” *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 11, pp 231-248.
- Haruvy, Ernan, and Ashutosh, Prasad, 1998,” Optimal Product Strategies in The Presence of Network Externalities ” *Information Economics and Policy* , vol.10 , pp 489-499.
- Hotelling, H., 1929,” Stability in Competition,” *Economic Journal*, vol. 39, pp 41-57.
- Katz, M. L., and Shapiro, Carl, 1985, ” Network Externalities, Competition, and Compatibility,” *American Economic Review*, vol. 75, pp 424-440.
- Katz, M. L., and Shapiro, Carl, 1986, ” Technology Adoption in the Presence of Network Externalities,” *Journal of Political Economy*, vol. 94 , pp 822-841.
- Katz, M. L., and Shapiro, Carl, 1992, ” Product Introduction with Network Externalities,” *The Journal of Industrial Economics*, vol. 60 , pp 55-83.
- Oz, Shy, 2001, *The Economics of Network Industries*, Cambridge University Press.
- Rohlf, Jeff, 1974, ”A Theory of Interdependent Demand for a Communications

Service," *Bell Journal of Economics*, vol. 5 , pp 16-37.