

不確定需求與高產能成本之寡佔產業的 產能策略賽局模式

A Gaming Model of Capacity Strategy Analysis for an Oligopoly Industry of Uncertain Demand and High Investment Cost

陳馨宇*
Nicole Chen

陳永豐*
Y-F Chen

周雍強*
Yon-Chun Chou

摘 要

許多高科技製造產業具有產品需求不確定、產能投資成本高、技術更迭快等特性，在這樣的環境，經營風險高，弱勢廠商容易被市場所淘汰，產業結構通常由產業發展初期的眾多廠商競逐，逐漸演變為寡佔產業，又由於景氣循環現象非常劇烈，產能供給與需求經常發生失衡，產能投資的抉擇不僅決定經營獲利，也會影響廠商的長期競爭力，因此產能投資是廠商的重要決策。在產業發展初期，由於市場成長快，各家廠商的產能計畫大致可以依據本身的成本、價格、需求等資料而制訂，不須或不易顧慮競爭者的可能計畫，但是寡佔市場逐漸成形之後，各廠商的需求會發生密切的關係，賽局因此成為產能規劃的重要情境考量。本文針對具有不確定需求、高產能成本與寡佔特性的半導體製造產業，以競局探討競逐者的可能產能策略。本文首先以產業數據分析製造成本、需求與營收的歷史走勢，討論不確定需求、高產能成本對產業結構的影響。其次，以個別廠商不考慮競爭者的產能決策為前提，以營益為產能擴充的績效目標，建構面對不確定需求時產能水準的數學優化模式，所得之產能水準稱為微觀產能。廠商基於競局考量可以在微觀產能水準的基礎上採用更激進策略或仍然秉持微觀最佳產能，本文接著提出一個賽局模式，用以分析領先者與跟隨者

* 台灣大學工業工程研究所
Graduate Institute of Industrial Engineering, National Taiwan University



採取這兩種策略的預期營益，並以產業數據推算，得到均衡解，並推理結論：寡佔產業的製造廠商，當面對有差異的邊際利潤、有差異的需求變異以及高比重的產能攤提成本，領導廠商可採用激進產能策略，一方面可提高本身營利，另一方面還能壓縮跟隨廠商的營利，因此，產能擴充的決策可作為領導廠商的競爭手段。

關鍵詞：產能競爭策略、寡佔競爭、賽局模式、半導體製造、競爭策略



Abstract

Many high-tech manufacturing industries are faced with uncertain product demand, high capacity investment cost, and rapid technology advancement. These characteristics tend to weed out weaker firms and drive the industries toward an oligopoly as they pass the embryonic stage. Recent examples of such industries include semiconductor manufacturing and liquid crystal display manufacturing. In an oligopoly, a firm can not afford to make capacity decisions based on cost-benefit analysis alone, potential actions of rival firms must be taken into consideration. In this paper, a gaming analysis of capacity strategy in oligopoly competition with high irreversible investment cost and high demand uncertainty is described by using industry data of semiconductor manufacturing. The competition state of the industry is first described by analyzing the trends of average selling price, materials and labor cost, operating expenses, and capacity cost of representative firms. Using a Brownian motion process model for capacity demand, an optimal capacity model that a firm might undertake while disregarding the rival firm's action is next presented. This model is based on tradeoffs in operating income between the consequences of over-capacity and under-capacity. Finally, gaming analysis is presented for the interaction between two leading firms in the oligopoly. By comparing the outcomes of aggressive and conservative strategies of capacity investment, a conclusion is drawn. In an oligopolistic manufacturing industry with differentiated marginal profits, high capacity cost, and differentiated demand volatility between firms, the leading firm should adopt an aggressive capacity strategy.

Keywords : Capacity Strategy, Oligopoly Competition, Game Theory, Semiconductor Manufacturing, Capacity Investment Strategy





壹、緒 論

許多高科技製造產業具有需求不確定、產能投資成本高、技術更迭快等特性，例如半導體微晶片的需求成長率在 2000 年是 37%，次年則降為-32%。Chou, Cheng, Yang, and Liang (2007) 分析半導體製造多個技術區塊 (Technology Segments) 的全球需求量以及某個主要廠商的歷年產出量，發現需求變異具有幾何布朗運動 (Geometric Brownian Motion) 的特性，飄移參數約為 0.28，而變異參數高達 0.33。在產能投資成本方面，半導體製造設備的購置成本極高，一台製程或測試機器的價格高達數百萬至千萬美元，又因技術進步迅速，每二、三年就出現新製程世代，雖然進入新製程世代後既有設備不會完全被取代，但是投資大致為不可逆。面對需求與供給兩方面的困難，產能的運籌能力是競爭力的重要因素 (Wu, Erkoc, & Karabuk, 2005)，產能投資的抉擇不僅決定經營獲利，也影響廠商的長期競爭力。在許多高科技製造產業，產能供給與需求經常發生失衡，經營風險高，弱勢廠商容易被市場所淘汰，產業結構會由產業發展初期的眾多廠商競逐，逐漸演變為寡佔產業，半導體製造與液晶顯示面板產業是近年的顯著例子。本文以半導體專業製造 (Foundry Manufacturing) 為案例研究對象，探討企業在寡佔環境的產能策略。本節先回顧產能運籌的相關文獻，再介紹該產業的寡佔環境，最後說明本文的研究目的。

產能運籌有許多層次，產能運籌依照規劃視野 (Horizon) 可以區分為短、中、長期多個層次，各層次的規劃工作有不同的目的與細緻度。由於購置單一機台所需的前置時間往往在九個月以上，所以短期規劃是在機台組態為固定不變而產能有所不足的情況，依據訂單需求組合的可能變動，分析生產瓶頸，啟用替代途程 (Alternative Routings) 或調整訂單之生產次序 (Chung, Lee, Lai, Kuo, & Chen, 2002)，以便舒解瓶頸對生產的制約。中期規劃係以機台組態規劃為核心議題 (Chou & Wu, 2002)。半導體晶圓廠規模龐大，機台數量在三、四百以上 (大型工廠的機器總數超過一千台)，所謂機台組態規劃是指依據產品需求與製程要求，考量投資報酬與風險等因素，以決定機台類別與數量的規劃程序，其規劃視野一般在 12 至 18 個月以上，所以機台組態規劃不僅包含機台組合的抉擇，也涵蓋產能水準的訂定。機台組態規劃有顯著的組合優化的數學成分，因此可採用線性規劃或混合整數規劃模式。Bermon and Hood (1999) 利用線性規劃法來處理 IBM 規模最大的生產線的產能問題。若產品需求變動較大，隨機規劃法也常被採用 (Hood, Bermon, & Barahona, 2003)，抉擇變數主要有各廠產能配置、外包量、機台增添量、甚至作業分派；目標函數則是營收、存貨成本、外包成

本、機台成本、產出不足需求的短缺成本、機台使用率等。面對高度的需求變動與不可逆成本，實質選擇權方法也有很好的應用性，Chou et al. (2007) 針對實質選擇權方法以及單純以需求預測為基礎的產能規劃方法，進行這兩種方法在多種需求與價格情境的相對效果的比較研究。

長期的產能規劃屬於策略與投資的範疇，產能建置必須配合新製程的開發時程、客戶的產品設計與業務計畫、機器成熟度、甚至技術預測。若投資過早，市場需求不足，產能使用率低，投資將不能快速回收，而由於製程與機器技術又不斷進步，既有的設備將面對淘汰的風險。相反地，若投資太晚則容易喪失市場商機，錯失企業成長的契機。長期產能規劃的研究工作較稀少。Karabuk and Wu (2003) 討論一個垂直整合型 (Integrated Design and Manufacturing; IDM) 企業的內部，分屬不同企業單元的產品行銷與產能規劃之間的協調問題，並分析產能契約的效益。長期產能規劃與新製程有密切關係，針對新製程技術所面對研發時程、產能需求、以及產能先佔價值等不確定因素，周雍強與黃俐偶 (2004) 討論其系統動態特性，並建構產能就緒時點的決策模型。

長期產能規劃不能不考慮產業結構與環境。寡佔是產業常見的市場型態，以我國為例，晶圓代工、顯示面板、晶片封裝測試，甚至於便利商店、量販店、電信業的市場集中度都非常高。一個產業的誕生一般是因應新的需求或產品，發展之初期，市場成長快，競逐者多，但是廠商無不致力提高競爭力，建構進入障礙，弱者逐漸被淘汰，產業遂演變為寡佔。有些產業的進入障礙不高，但是若競爭激烈，雖然不斷有廠商退出，也不斷有新加入者，產業仍然維持為寡佔。半導體專業製造產業的發展兼具上述兩樣規律，目前是寡佔產業，規模最大的兩家廠商的市場佔有率約 70%。一般而言，在產業的發展初期，各家廠商的產能計畫大致可以依據本身的生產成本、價格、需求等資料而制訂，不須或不易顧慮眾多競爭者的可能相對舉措，但是寡佔市場逐漸成形之後，價格與需求都會發生密切的關係，賽局因此將成為廠商產能規劃的重要情境考量。

寡佔產業的競爭策略主要有價格競爭、製造成本優勢、產品差異性、聯合行為 (與平行廠商共謀)、垂直整合、利用銷售通路排除其他競爭者等。各種策略又有多種途徑，例如製造成本優勢可經由提高經營績效、政府保護與補貼、先佔市場、規模經濟等，而產品的差異可來自於商譽、品質或是服務等。不同的產業在產品的不同生命週期階段，廠商會不斷調整其核心競爭力。半導體製造的競爭要素可歸納為先進技術、

工程服務、與製造能耐 (Manufacturing Capabilities) 等三項 (Liu, 2005)。半導體製造是全球化的產業，某些國家的政策扶植，也有很高的影響力。不斷精進的先進技術是這個產業成員的必要資格，所以技術研發是首要競爭要素。其次，這個產業基本上是製造服務業，而製造服務必須與客戶端的產品工程同步整合，對未來可能形成的市場區塊培養先佔與垂直整合的優勢，垂直整合現象 (Su, Guo, & Hsiao, 2005) 與工程鏈的現象 (Guo, Su, & Chang, 2004) 是值得關注的發展方向。若先進技術與工程服務是槓桿支點，則製造能耐是創造營利的槓桿，是進入領先群的條件。唯有適時、足量、適性的產能以及高度的製造效率，才能實現高水準營收與營利。本文之重點乃在探討屬於製造能耐的產能策略。

寡佔市場的競爭分析，常見的分類是數量競爭的古諾 (Cournot) 模式、價格競爭的貝特朗 (Bertrand) 模式、以及具決策順序的 (Stackelberg) 模式。Chuang, Wu, and Varaiya (2001) 將非合作賽局應用在寡佔電力產業的產能投資，假設需求是價格的線性反函數，分析多家廠商的產能擴充競爭，所建賽局模式為單一時期、多家廠商、多樣發電技術的古諾模式。Ma and Mark (2002) 探討記憶體晶片 (DRAM) 製造產業的寡佔競爭，DRAM 的需求變動很大、投資成本很高，該文假設需求是價格的線性反函數，建構 Stackelberg 模式與古諾模式。Stackelberg 模式用以分析廠商的投資行為，該模式設定賽局的三階段為進入市場的決定、產能水準的選擇、價格的訂定，得到的結論是先佔廠商能獲得優勢，其次，該文比較 Stackelberg 模式與古諾模式所得到的產能水準，前者較後者為高。Murto, Näsäkkälä, and Keppo (2004) 討論在產品價格受不確定需求與新產能投資的影響時，廠商產能投資的時機應如何決定，同樣假設需求為價格的反函數，建構離散時間之 state-space 賽局，並求得馬可夫—納許均衡。Pineau and Murto (2003) 討論芬蘭電力市場的動態產能擴充問題，以事件樹表示不同時期的需求，每個時期的需求有兩種可能的成長率，廠商必須在兩種可能之中選其一，然後進行產能水準的決策。Dearden, Lilien, and Yoon (1999) 分析農產品、油與紙類等同質產品市場，產能供應的可靠度對維繫顧客的影響，再以簡單賽局模式說明，廠商為維繫顧客所作的競爭性產能決定會導致產能過剩與不足的週期現象。Driver and Goffinet (1998) 分析兩家廠商提供同質產品而同時進行產能決策的問題，需求為隨機變數，其平均值為正規化的一單位 (Unit Mean)，變異為有限值 (Finite Variance)，價格有事先共識 (Ex-Ante Pricing)，這種情況可見於歐洲汽車市場、旅館業與房地產業等。該文建構賽局模式，求得古諾—納許產能水準。

先佔策略的效果是常見的研究議題。Bashyam (1996) 針對需求可能大幅度增長的情況，如近年某些時期的電信業，以不對稱資訊的賽局分析雙佔廠商的產能擴充行為。該文將兩家廠商對市場需求的預測視為私有資訊，產能水準的決定包含同步及依序兩種模式，最後以價格競爭決定營收，結論是當整體投資環境較樂觀時，先佔會是較佳的策略，但較容易出現產能超額供給。Gilbert and Lieberman (1987) 針對化學產品的 24 家製造廠商，假設市佔率不變的情況之下，探討先佔策略與市佔率的關係，該研究工作發現投資新廠可成功阻止競爭對手的擴充，但是效果是暫時的。另外，市佔率低的小廠商會因獲得大廠的投資資訊而受益，傾向和競爭對手同時投資，但市佔率高的廠商則不會因此獲利，這是因為廠商的投資行為表現出他們對市場未來趨勢的預期，小廠將大廠投資行為視為市場樂觀的信號，因此會同步投資，但此資訊對大廠的價值是較低的，該文的結論顯示廠商投資行為會和市佔率相關。

寡佔產業的產能競爭行為受到需求、價格、產品異質性（或同質性）等許多因素的影響，最佳的產能抉擇往往決定於這些因素的程度與交互關係。半導體製造產業除了需求不確定外，不可逆的高產能成本更擴大不確定需求所帶來的風險，這個產業也愈來愈趨向全球化寡佔競爭。本文之研究取向是先分析該產業的需求、價格、成本的趨勢，以決定競爭的性質，再以賽局模式分析領導廠商與跟隨廠商的最佳產能策略。下文將分為四部分，第二節先分析半導體製造的成本、需求與營收趨勢，討論不確定需求、高產能成本對產業結構的影響。第三節以個別廠商不考慮競爭者的產能決策為前提，以營利為產能擴充的績效目標，建構面對不確定需求時產能水準的數學優化模式，各廠商所得之產能水準稱之為「微觀產能」。第四節分析產能競局，當廠商面臨高度不確定的市場需求，可以在原本微觀產能水準的基礎上採用更激進的擴充策略或仍然秉持微觀最佳產能，基於第二節的數據，第四節建構一個透明資訊的靜態賽局模式，用以分析領先者與跟隨者採取不同策略的預期營益。第五節探討穩健與激進產能策略，並以數值範例說明，本文之結論在第六節綜合討論。

貳、成本、價格與需求資料分析

半導體專業製造是市場集中度很高的寡佔產業，規模最大的兩家廠商，多年來的市佔率約在 70%，其他廠商為數約十家，有些廠商是技術精良的 IDM 或 DRAM 廠商附帶進行代工製造或是合資合作 (Joint Venture)，其餘廠商的技術水準大致較為落後，或市佔率較低，因此本文將最大兩家視為領先群，產能策略的分析，以領先群為限，

第一大廠商稱之為領導廠商，而第二大廠商稱為跟隨廠商。生產成本可分為機器設備的固定成本、營業費用的半固定（Quasi-Fixed）成本、物料與直接人工成本等三項。本節分析領導廠商的各項成本、跟隨廠商的營業費用、以及前三大廠商的平均售價，這些資料的來源是相關公司的歷年財務報表。以下四小節分別敘述產能建置成本、營業費用、物料與直接人工成本、以及平均售價。另外，基於 Chou et al. (2007) 的分析結果，半導體產業的產能需求適合用幾何布朗運動過程描述，需求模式在第五小節說明。

一、產能建置成本（Capacity Investment Cost）

領導廠商的市佔率約 50%，本節以領導廠商（簡稱 *L* 廠商）的資產、折舊、產能等歷史資料分析固定成本。圖(1)為 *L* 廠商綜合（Aggregate）平均產能成本（左軸）以及總產能（右軸）的歷史資料與趨勢，產能成本是由各季度固定資產扣除折舊費用然後除以當季（以 200 mm 晶圓當量表示）的總產能，得到每季每單位產能的平均成本，觀察圖(1)曲線，單位產能的平均成本有顯著趨勢，再以線性迴歸分析，若虛無假設是產能成本與時間無關，所得之 *p* 值幾近於零，因此拒絕虛無假設，其可信度高達 99% 以上，且 *R* 平方為 0.769，因此線性模式適合用以表示單位產能成本（Per Wafer）的趨勢。所得迴歸公式如下式，以 1994 年第一季為基期，以季為時間單位，每季增加 120.45 美元，約為 2%。這項產能建置成本（Capacity Cost）係建置一個單位產能所發生的成本，以 *CC* 表示：

$$CC(t) = 6336.54 + 120.45t \quad (\text{per unit capacity}) \quad (1)$$

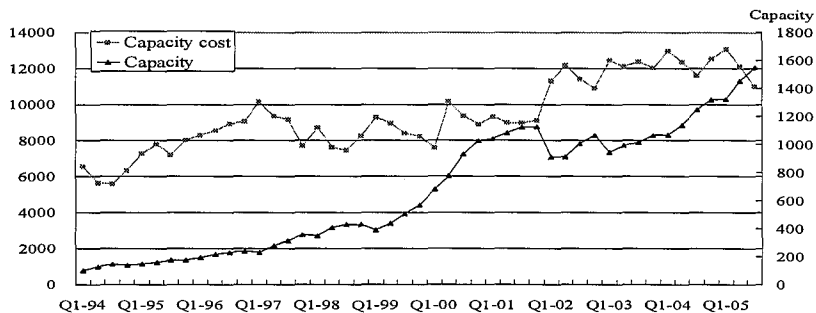


圖1 *L* 廠商的綜合產能與產能建置成本（本研究彙整）

圖(1)含括 10 年的資料，在這期間該廠商產能增長超過 10 倍，平均產能成本的規律趨勢，可以如此解釋：半導體製程設備對於技術的要求很高，設備供應商必須持續在研發上有大量的投資，不斷提升技術，開發新機台的成本也隨之提高，然而，每種製程機台的供應商僅有少數幾家，並多數處於歐、美、日少數國家，因此半導體設備市場屬於技術內涵極高的寡佔產業，設備廠商對其下游的半導體製造廠商擁有相當高的訂價優勢，我們可以合理預期設備廠商可以維持一定程度的利潤率。相對地，半導體製造也是寡佔市場，設備廠商與製造廠商必須在新製程機器的研發進行合作，設備廠商的訂價優勢並不是毫不受限制的。另外，各家製造廠商固定成本結構將大致相同，跟隨廠商的規模遠小於領導廠商，不容易取得更優惠的售價折讓。

二、營業費用

營業費用 (Operating Expenses; OE) 包含銷售與行銷 (Sales and Marketing; SM) 費用、研發 (R&D) 費用、及一般與行政 (General Administration; GA) 費用，其中又以研發費用為最多。營業費用與規模有關，但是總產能與實際產出量都可當作規模的代理指標，經統計分析，營業費用與總產能有較高的相關性。將各季度營業費用及其細項除以當季總產能，得到每單位產能的平均營業費用與細項費用如圖(2)。平均行銷與研發費用有些微增長趨勢，行政費用在前期有較大的變動，在後期幾乎維持為定值。分別以各細項費用與時間無關當作虛無假設，線性迴歸分析所得 p 值均極低 (<0.002)，拒絕虛無假設，由於 R 平方值不高，僅介於 0.28 至 0.41 之間，可歸因於研發費用與行銷費用隨景氣變化，會有大幅度的變動。以總營業費用與時間無關當作虛無假設，線性迴歸分析所得 p 值為 0.71，並無證據拒絕虛無假設，但是 R 平方值不高 (約 0.003)。觀察比較後期與前期之平均營業費用，後期變動幅度縮小，因此，每單位產能的平均營業費用在本文以常數表示如下式，每季約為 132.09 美元：

$$OE(t) = 132.09 \quad (\text{per unit capacity}) \quad (2)$$

若對營業費用作迴歸分析，所得線性公式之斜率約為 2.0，與公式(1)的斜率係數相比，幾乎可忽略。公式(2)可視為規模經濟的反應現象，總費用隨規模增大而增加，但是平均單位費用卻能被控制在很小的增率或保持不變。



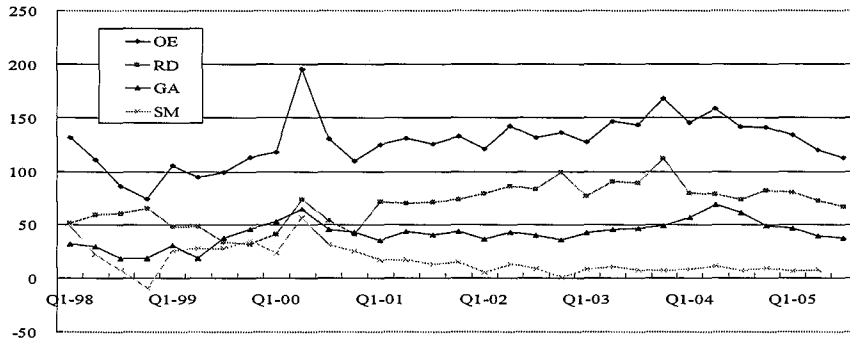


圖2 L 廠商每單位產能之平均營業費用細項（本研究彙整）

半導體製造產業所需的機台、設備與材料的供應來源大多是寡佔的市場，各製造廠商在這些方面的成本會大致相同，但是營業費用與經營管理效率有關，所以各廠商可能會有不同，圖(3)為 L 廠商與第二大廠商（firm F ）每單位產出之平均營業費用的趨勢，可作為公式(2)平均營業費用為常數的佐證。 F 廠商每單位產出的平均營業費用約為 120 美元。

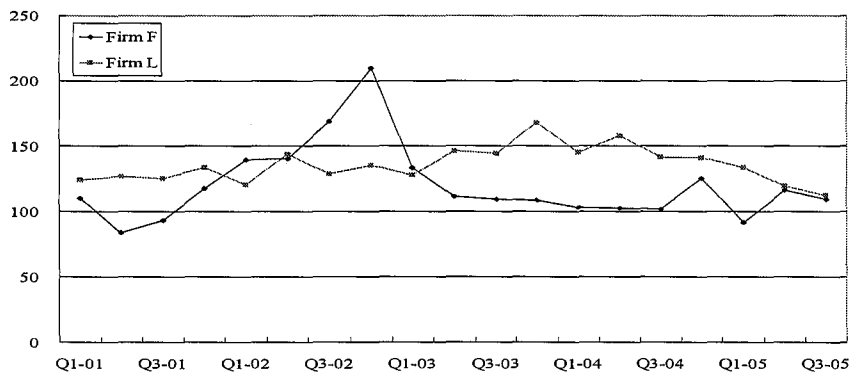


圖3 L 廠商與 F 廠商之每單位產出的平均營業費用（本研究彙整）

三、物料與直接人工成本

物料與直接人工成本為變動成本，理應與產出量相關，圖(4)為 L 廠商之每單位產出之平均物料與直接人工（ML）成本。以平均物料與直接人工成本與時間無關為虛無

假設，線性迴歸分析所得之 p 值為 0.007，拒絕虛無假設。半導體製造之自動化程度很高，人工成本不高，所用物料主要是矽晶圓原材料與化學品，而這些材料的供應也大多屬於寡佔市場，價格大致為穩定調整，不過若發生供需失衡也會出現大的變動。另外，隨著 IC 電路層數的增加，製程步驟與每片晶圓所耗用的化學品而會增加。因此，下式可用以預估平均物料與直接人工成本：

$$ML(t) = 406.28 + 3.37t \quad (\text{per unit output}) \quad (3)$$

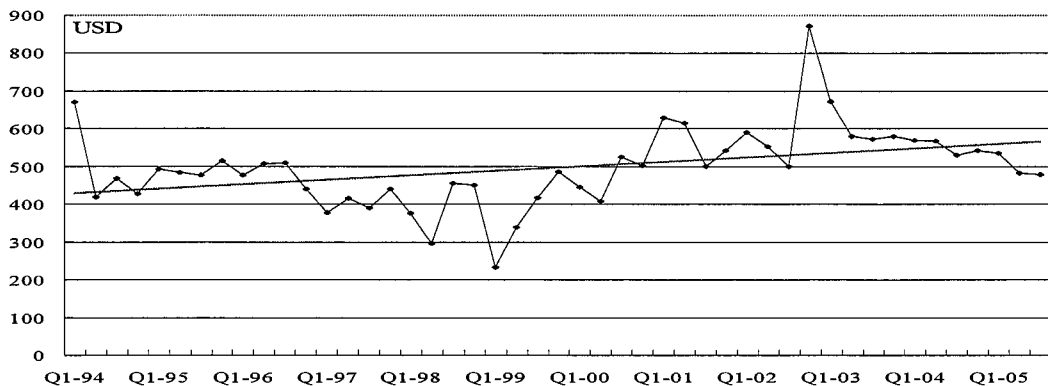


圖4 L 廠商單位產出之平均物料與直接人工成本（本研究彙整）

四、平均售價（Average Selling Price）

半導體製造產業前三大廠商（L 廠商、F 廠商、T 廠商）的總市佔率超過 80%。圖(5)是這三家廠商平均售價（ASP）的趨勢，其平均值分別約為 1,600、1,200、1,000 美元，售價有顯著差距。就個別廠商而言，L 廠商在十年歷程 ASP 並沒有顯著提升的趨勢，若將資料範圍縮小到 97 至 05 年，出現正的成長，不過再將焦點縮小到 01 年至 05 年，則成長率又趨近於 0。對 F 廠商與 T 廠商而言，其 ASP 也沒有上升的趨勢。然而，這些廠商的產能成本與變動成本卻隨著時間而增加，可見整體產業趨於成熟，利潤逐漸降低。

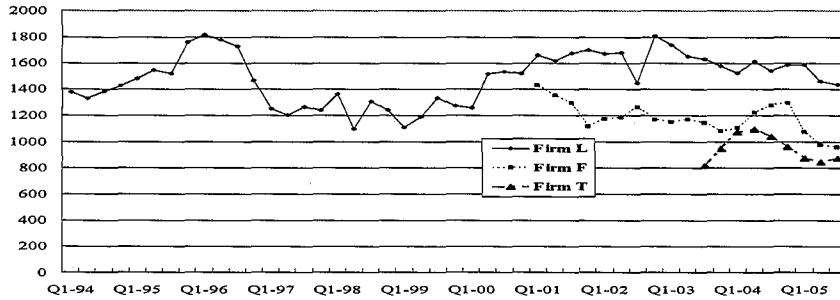


圖5 主要廠商的平均售價（本研究彙整）

一般而言，產業結構可以從廠商的訂價能力觀察得知，完全競爭市場的廠商只能取價而不能訂價，寡佔市場廠商的訂價能力則與產品差異化程度有關。從這個觀點，綜合圖(5)與圖(1)的趨勢，可看出半導體製造產業的結構特性：在三個競爭要素中，廠商在先進技術研發與工程服務可建立差異化的產品（產品即為製造服務），這三家廠商產品的差異便反應在相對的 ASP 趨勢，而這個趨勢則是走向微利。本文之重點在於第三個要素，以產品具有差異的寡佔環境為前提，探討產能策略如何制訂。

五、產能需求的隨機過程模式

半導體微晶片的需求經常有劇烈變化，適合以幾何布朗運動（GBM）描述其動態變化。GBM 有兩個參數，飄移參數以 μ 表示，變異參數以 σ 表示。以 q_t 表示時期 t 的產能需求，並以 $t=0$ 為基期，則需求的對數成長率 $r_t = \ln(q_t/q_0)$ 服從常態分佈 $N((\mu - \sigma^2/2)t, \sigma^2 t)$ 。在機率理論，對數常態分佈是經由常態分佈而定義的。因為 $\ln q_t = r_t + \ln q_0$ ， $\ln q_t$ 為常態分配，產能需求 q_t 服從對數常態分佈，其所對應的常態分佈為 $N((\mu - \sigma^2/2)t + \ln q_0, \sigma^2 t)$ 。由對數常態變數與常態變數之間的轉換關係，當 $t=1$ ，可得

$$E(q_t) = e^{(\mu - \sigma^2/2 + \ln q_0)t + \sigma^2 t/2} = e^{\mu + \ln q_0} = q_0 \cdot e^{\mu}$$

$$V(q_t) = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2(\mu - \sigma^2/2 + \ln q_0)t + \sigma^2 t} = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu}e^{2\ln q_0}$$

飄移參數可視為（對數尺度的）需求成長率。

若以產出量當作實現之產能需求，需求參數值 μ 與 σ 可由歷史產出資料估計。圖(6)為兩家廠商各時間點之前 5 年的需求參數值。以年為單位，領導廠商之飄移參數約

介於 0.25 至 0.30，而跟隨廠商約為 0.20，可得知領導廠商的成長率穩定高於跟隨廠商。在變異參數方面，跟隨廠商面對較高的變異（0.33 比 0.4），顯現其所面對更高不確定性的劣勢。

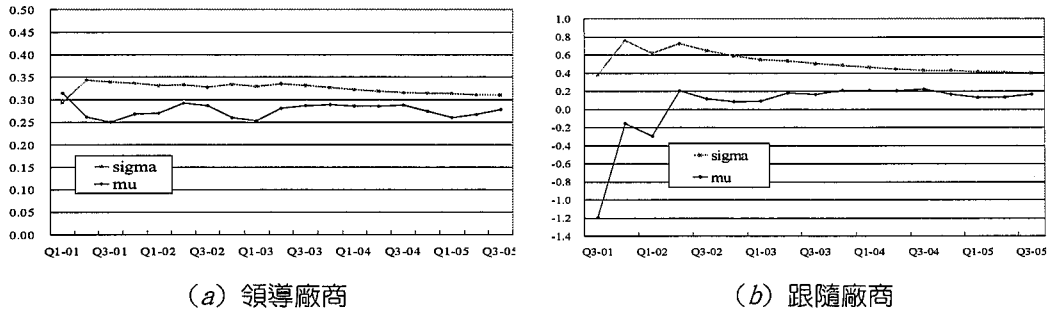


圖6 隨機需求之飄移參數與變異參數值

廠商 L 與 F 在 2001 年至 2005 年的歷史生產量可用來分析相對市場佔有率的變化。圖(7)是 L 與 F 兩家廠商各季的相對產出比例，相對生產規模大致保持平穩。廠商 i 的相對市佔比例為 $\text{output}_i / (\text{output}_L + \text{output}_F)$ ， $i \in \{L, F\}$ 。

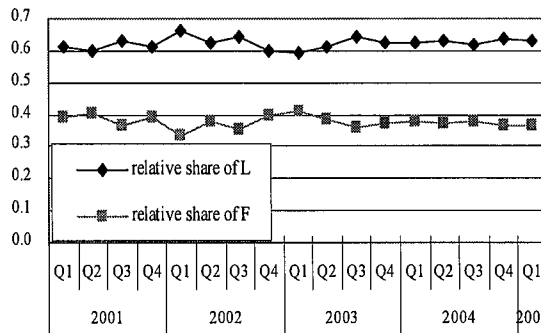


圖7 廠商 L 與 F 的相對生產規模趨勢（本研究彙整）

參、不確定需求之微觀最適產能決策

基於前節所得的成本與價格趨勢，本節將分析個別廠商若不考慮競爭者的產能決策，所可能採取的最佳產能擴充水準。產能擴充的績效目標設定為營益（Operating

Income)，本節將建構數學優化模式。

假設產能計畫是在某個時間點 t_0 完成產能擴充， t_0 時的產能水準是抉擇變數，以 k 表示。產能決策以營益為目標，所以必須考慮未來壽命週期的需求、成本與售價。令設備壽命週期為 ℓ 年，壽命週期內的總需求 q 為隨機變數，其密度函數以 $f(q)$ 表示。產能攤提成本、營業費用、直接人工與物料成本分別是固定成本、半固定成本、變動成本，其單位成本分別以 $c_c(t)$ 、 c_q 、 $c_v(t)$ 表示。令平均售價為 p 。由於 q 為隨機變數，營益 π 將是產能水準之函數。（會計學營益的計算一般包含利息、所得稅等，本文的分析不包含這些與產能決策關連不大的項目）。營益之計算以季度為時間單位。根據第二節的成本分析，變動成本有隨時間線性成長的趨勢，變動成本的迴歸式是以季為時間單位，在壽命週期內其平均值的可近似為 $c_v \approx c_v(t_0 + 4\ell/2)$ 。由於產能係在 t_0 建置，在壽命週期內的攤提成本是 $c_c \approx c_c(t_0)$ 。季平均營益可以表示為：

$$\pi(k) = (p - c_v) \cdot \int_0^{\infty} \min(q, k) f(q) dq - (c_q + c_c) \cdot k$$

其中的積分項是有效產能（Effective Capacity）的期望值，可化簡為

$$\int_0^{\infty} \min(q, k) f(q) dq = \int_0^k q \cdot f(q) dq + \int_k^{\infty} k \cdot f(q) dq = \mu_q - \int_k^{\infty} (q - k) \cdot f(q) dq$$

等式右邊第一項 μ_q 是需求的期望值，第二項是以 k 為界的部份期望值（Partial Expectation）。以 $g(k)$ 表示部份期望值項，期望營益 $\pi(k)$ 可簡要表示為：

$$\pi(k) = (p - c_v) \cdot [\mu_q - g(k)] - (c_q + c_c) \cdot k \quad (4)$$

假設期初需求 $q_0 = 1$ ， $f(q)$ 之參數可由需求之 GBM 參數值 μ 與 σ 計算如下：

由於 μ 與 σ 係以年為單位， $\ln(q/q_0)$ 服從常態分配 $N((\mu - \sigma^2/2)\ell, \sigma^2\ell)$ 。

若 $q_0 = 1$ ，總需求 q 服從對數常態分配 $f(q; m, s)$ ，所對應的常態分配即為 $N(m, s^2) = N(\ell\mu - \frac{\ell\sigma^2}{2}, \ell\sigma^2) = N(m, s^2)$ 。

若產能需求係服從對數常態分佈 $f(q; m, s)$ ，其期望值 μ_q 與部份期望值項 $g(k)$ 可進一步表示為（Log-Normal Distribution 之特性）：

$$\mu_q = \exp(m + \frac{s^2}{2})$$



$$g(k) = \exp\left(m + \frac{s^2}{2}\right) \Phi\left(\frac{-\ln(k)+m+s^2}{s}\right) - k\Phi\left(\frac{-\ln(k)+m}{s}\right)$$

其中， Φ 為標準常態分配的累積密度函數。

利用前節所得之成本與價格資料，在各個產能水準與需求變異情境的預期營利可由公式(4)推算。以第二節資料分析之末期（2005 Q3）為基期（ t_0 ），該期之平均產能建置成本為 10992，單位變動成本為 478.8。由於設備折舊該產業一般採用的折舊壽期為 5 年，單位產能每季攤提成本 c_c 為產能建置成本除以壽期（ $10992/20 = 549.6$ ）。領導廠商與跟隨廠商的平均售價、產能攤提成本、變動成本、半固定成本、以及需求參數值設定為下表所列。基於第二節的成本趨勢分析，變動成本有線性成長的趨勢，其斜率為 3.37，因此，在設備壽期的五年內，平均變動成本是為 512.5，（即 $478.8+3.37*10$ ），半固定成本則為常數。

表1 期初（2005 Q3）的售價、成本、需求數據

	Firm L	Firm F
ASP p	1600	1200
單位產能攤提成本 $c_c(t_0)$	10992/(4ℓ)	
單位變動成本 $c_v(t_0)$	478.8	
單位半固定成本 c_q	132	120
飄移參數 μ	0.28	0.20
變異參數 σ	0.20 ~ 0.45	

令基期的產能為 1.0，由式(4)可得產能擴充的營益曲線如圖(8)。若產能投資為不可逆，則各曲線在產能小於 1.0 的部分為不可實現。觀察這些曲線，變異參數對營益有很顯著的影響。領導廠商之營益曲線是凸向上的函數，有明顯的單峰，最大值所在之產能水準隨變異增加而減少。跟隨廠商之營益曲線也是凸向上的函數，但是單峰並不明顯，由於平均售價低，營利很低，這個現象與該產業的生態大致相符。不過，以 5 年為壽期是加速折舊，折舊完畢的設備其實仍然繼續可用於較低階的製程，第 5 節將繼續討論這個現象。



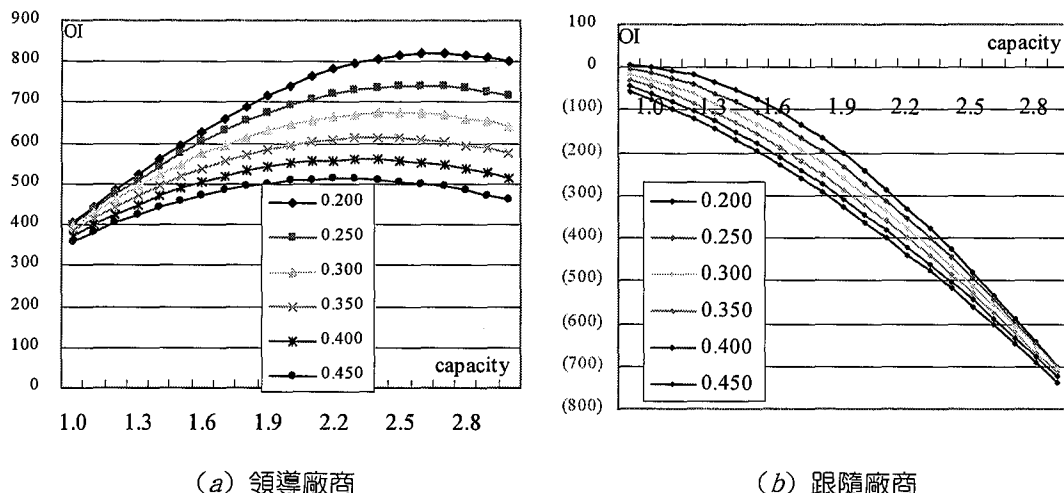


圖8 產能擴充的營益函數

圖(8)初步顯示營利函數有良好凸函數的特性。公式(4)可用來求得最佳產能水準，先求 $\pi(k)$ 的一階與二階導式。

$$\frac{d\pi(k)}{dk} = (p - c_v)(-g'(k)) - (c_q + c_c)$$

$$\text{而 } g'(k) = \int_k^{\infty} -f(q) dq - 0 = -(1 - F(k)) = -1 + F(k)$$

$$\frac{d^2\pi(k)}{dk^2} = -(p - c_v)g''(k) = -(p - c_v)f(k) < 0$$

因此， $\pi(k)$ 為凸向上之函數，令 $\pi'(k) = 0$ ，最佳的產能水準 k^* 為

$$k^* = F^{-1}\left(\frac{(p - c_v) - (c_q + c_c)}{(p - c_v)}\right) \quad (5)$$

這個產能水準由於不考量競爭對手的策略，所以稱之為微觀最適產能水準。

由於需求有很高的不確定性，平均售價很難提升，但是成本卻不斷上昇，圖(8)顯現這些特性對企業獲利的影響，以及產能策略的可能效果。對領導廠商而言，若能提高產能供給（高於最大產能水準），雖然營益可能下降，但是卻可以經由改變供需形

勢，對競爭對手造成更大的營運壓力。對跟隨廠商而言，提高產能供給可以在總產能不符總需求時，擴充市場佔有率，不過其營益曲線隨產能增加而下滑為負值。下節乃針對這樣的目的建構一個競局模式用以分析產能策略的效用。

肆、寡佔市場之完全資訊產能靜態賽局模式

在寡佔市場，廠商可利用產能作為競爭因素。將第三節所得微觀產能視為穩健產能水準，廠商基於競局考量，若採用更高的產能擴充量則稱為激進產能水準，這兩種產能水準代表廠商可採用兩種策略。微觀產能乃是基於營益優化的決策，目標並非追求「所有的可能需求的滿足」（Satisfaction of All Possible Demands），因為需求是不確定的，如果將目標設定為滿足所有的可能需求，產能水準必然提高，也升高產能過剩的風險。反之，既然將部分的可能需求排除，一旦這些需求實現，產能將有所不足，勢必給於競爭者切入的機會。因此，本節競爭分析的構想，便是考量有效供給率，廠商採用激進產能策略的用意便是一種競局的考量，其目標不再自我設限為本企業的營益優化，而是與競爭對手的相對營益差異。

當兩個廠商各採取穩健或激進競賽產能策略（以 m 表示微觀產能策略，以 g 表示競賽產能策略），總產能供給將有四種情境。以 k_i^s 表示廠商 i 在策略 s 所設定的產能增量， $i \in \{L, F\}$ ， $s \in \{m, g\}$ 。 k_i^g 代表激進產能策略在 k_i^m 所額外增加的部分，而不是總和。因廠商 L 的規模大於廠商 F ，我們可合理假設 $k_L^g > k_F^g$ ，總供給的四個情境由小至大排列，如下圖所示，分別為：

$$L_1 = k_L^m + k_F^m, L_2 = k_F^m + k_L^m + k_F^g = L_1 + k_F^g, L_3 = L_1 + k_L^g, L_4 = L_1 + k_L^g + k_F^g$$

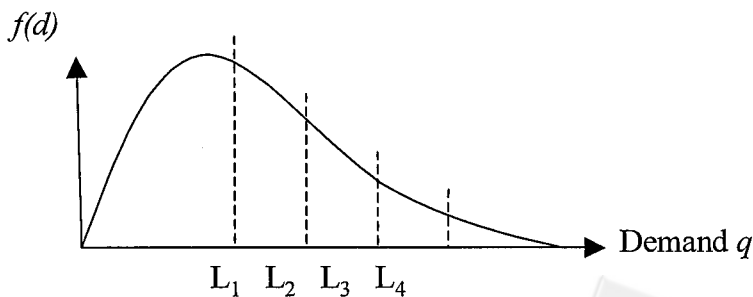


圖9 需求密度函數與產能供給情境

領導廠商與跟隨廠商所面對的需求為對數常態分配。由於兩個對數常態變數之和亦對數常態變數 (Cardieri and Rappaport, 2001)，針對總需求 q ，兩家廠商在四個產能總供給情境之有效需求分別討論如下。

(一) 產能水準 $L_1 = k_F^m + k_L^m$

當需求(q)小於供給(L_1)時，產能不是市佔率的關鍵因素。領導廠商所能滿足的需求為以 rq 表示， r 為相對規模的參數，跟隨廠商所能滿足的需求為 $(1-r)q$ 。由公式(4)可知，總有效需求為 $\mu_q - g(L_1)$ 。兩家廠商的期望有效產能需求 (Expected Effective Capacity Requirements; EECR) 分別以 D_L 與 D_F 表示，則

$$D_L = r \cdot [\mu_q - g(L_1)] = \frac{k_L^m}{k_L^m + k_F^m} [\mu_q - g(L_1)] = \frac{k_L^m}{L_1} [\mu_q - g(L_1)]$$

$$D_F = [\mu_q - g(L_1)] - D_L$$

(二) 產能水準 $L_2 = L_1 + k_F^g$

總有效需求為 $\mu_q - g(L_1 + k_F^g)$ 。超過 L_1 的需求完全由跟隨者供應，而領導廠商的供給水準和情境(1)相同。廠商 L 與 F 的 EECR 為

$$D_L = r \cdot [\mu_q - g(L_2)] = \frac{k_L^m}{k_L^m + k_F^m + k_F^g} [\mu_q - g(L_2)] = \frac{k_L^m}{L_2} [\mu_q - g(L_2)]$$

$$D_F = [\mu_q - g(L_2)] - D_L$$

(三) 產能水準 $L_3 = L_1 + k_L^g$

總有效需求為 $\mu_q - g(L_1 + k_L^g)$ 。超過 L_1 的需求完全由領導廠商供應，而跟隨者的供給水準和情境(1)相同。廠商 L 與 F 的 EECR 為

$$D_L = r \cdot [\mu_q - g(L_3)] = \frac{k_L^m + k_L^g}{k_L^m + k_F^m + k_L^g} [\mu_q - g(L_3)] = \frac{k_L^m + k_L^g}{L_3} [\mu_q - g(L_3)]$$

$$D_F = [\mu_q - g(L_3)] - D_L$$



(四) 產能水準 $L_4 = L_1 + k_F^g + k_L^g$

總有效需求為 $\mu_q - g(L_1 + k_F^g + k_L^g)$ 。廠商 L 與 F 的 EECR 為：

$$D_L = r \cdot [\mu_q - g(L_4)] = \frac{k_L^m + k_L^g}{L_4} [\mu_q - g(L_4)]$$

$$D_F = \mu_q - g(L_4) - D_L$$

根據第二節的資料分析，售價、成本的資料在本文所分析的產業是公共資訊，又由於產能建置的前置時間很長，因此，領先群廠商的產能決策大致是同時進行，而不是有先後順序的，所以本節所討論的競局適合採用完全訊息、靜態賽局模式，表(2)是產能競局的報酬矩陣，以各廠商的數據將 EECR 代入公式(4)可得期望營益。

表2 完全訊息之產能靜態競局

		跟隨廠商	
		穩健	激進
領導廠商	穩健	$(\pi(k_L^m), \pi(k_F^m))$	$(\pi(k_L^m), \pi(k_F^m + k_F^g))$
	激進	$(\pi(k_L^m + k_L^g), \pi(k_F^m))$	$(\pi(k_L^m + k_L^g), \pi(k_F^m + k_F^g))$

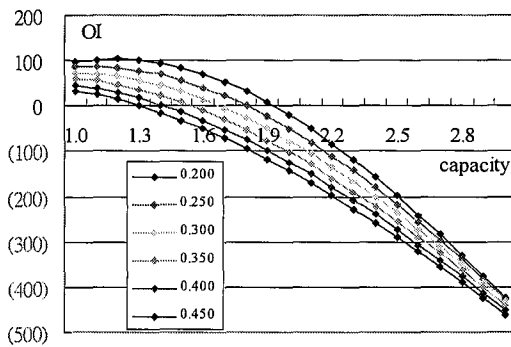
伍、產能策略之定義與評估

根據第三節的產能擴充的營益函數（圖 8），本節將討論穩健策略與激進策略。我們應當有所認知，穩健策略與激進策略不是絕對的，乃是依企業本身與競爭者之狀況而有不同。因此，本節將先設定穩健策略與激進策略的一種規範，再比較其績效的差異。很顯然地，激進產能策略其實可能非常多樣，本節所討論的只是其中的一種可能。

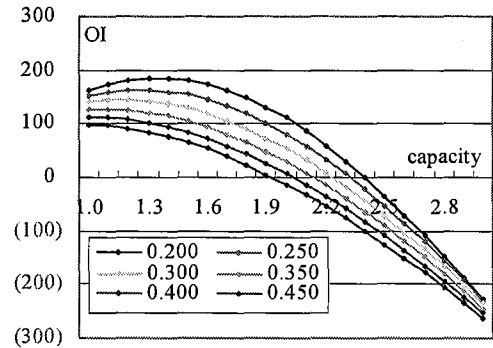
圖(8)係依據產業長期的數據與趨勢推算而得，呈現廠商之相對獲利能力情勢。我們對賽局可以作如下設定。領導廠商的營益曲線是凸向上的函數，擁有產能優化的優勢（如圖 8-a），其穩健策略可採取以最大營益所對應的產能為其最適產能。跟隨廠商



並不具有產能優化的優勢，若以最大化營利為考量，跟隨廠商將只進行小量的投資或不進行投資（如圖 8-b），這往往代表淘汰出局，與實情不全相符。不過，圖(8)是基於設備壽期為 5 年而計算。事實上，設備的實用年限往往超過 5 年，已經折舊完畢的設備仍然可用於較低階的製程。究查採用加速折舊之動機，主要是在近期避免營利稅，其效果是對實際成本與獲利在時間上造成位移。領導廠商由於技術領先，利潤的來源主要是產品生命週期前期較高的價格，跟隨廠商技術較落後，會錯過這段價格的甜美期，因此，利潤的來源將偏重生命週期後期的效率。將壽期訂為 5 年會產生圖(8-b)的不合理現象，若將壽期訂為 6 年或 7 年以更加符合成本真實發生的狀況，則跟隨廠商的營利曲線將如圖(10)所示，雖仍是凸向上的函數，但是曲線先是平滑，然後降為負值，單峰現象依然不顯著，營利最大化的功效不能如預期。



(a) 折舊年限為 6 年



(b) 折舊年限為 7 年

圖10 跟隨廠商不同折舊攤提成本之營利曲線

若營利曲線如圖(10-a)，跟隨廠商的穩健策略並不適宜與領導廠商相同，即求營利最大。由於製程技術的生命週期約為兩到三年，而且研發有很高的不確定性，經常發生跳蛙式的躍進，跟隨廠商仍宜進行產能投資，以期在下一世代的技術有超前的機會，因此跟隨廠商的一個合理產能決策應當是在營利不為負的情況下，維持較大的生產規模，以存留為基本要求。換言之，優化的目標函數調整為營利不為負的情況下的最大產能水準。跟隨廠商的穩健產能水準 k_F^* 即為下式 $\pi(k_k)$ 函數之根(root)。

$$\pi(k) = (p_F - c_v) \cdot (\mu_q - g(k)) - (c_q + c_c)k = 0 \quad (6)$$

對 k 微分, $\pi'(k) = -(p_F - c_v)g'(k) - (c_q + c_c) = (p_F - c_v)(1 - F(k)) - (c_q + c_c)$

當 $k=0$, $\pi(k)=0$ 且 $\pi'(k) = p_F - c_v - c_q - c_c > 0$ 。當 k 值漸增, $\pi(k)$ 之斜率將由正轉為負, 並為單調漸減。當 $k=\infty$, $\pi(k)=-\infty$ 且 $\pi'(k) = -c_q - c_c < 0$ 。因此, 可推斷 $\pi(k)$ 之函數根為唯一存在。

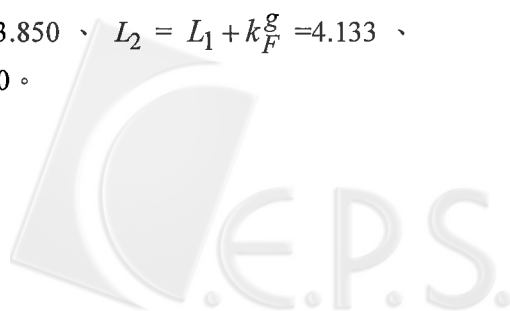
(一) 問題定義與假設：

採用的數據盡量符合前節的產業數據、售價與成本（如表 1）。

1. 以年為時間單位, 領導廠商的需求參數為 $\mu_L = 0.28$ 、 $\sigma_L = 0.33$ 。
2. 以年為時間單位, 跟隨廠商的需求參數為 $\mu_F = 0.2$ 、 $\sigma_F = 0.4$ 。
3. 領導廠商的折舊年限為 5 年, 跟隨廠商的折舊年限為 6 年。若跟隨廠商的折舊年限為更長, 其攤提成本更低, 產能策略會偏向更激進。考慮跟隨廠商的產能策略不應太過激進, 其折舊年限設為 6 年。
4. 將 k_L^g 設為 k_L^m 的一個倍數, 在下文這個倍數設為 0.1 至 1.0, 以表示激進程度。
5. 將 k_F^g 設為 k_F^m 的一個倍數, 例如 $k_F^g = 0.2 * k_F^m$ 。
6. 領導廠商與跟隨廠商之期初產能規模為 1.0。雖然第二節的資料分析顯示領導廠商的現有規模大於跟隨廠商, 但是本文的要點是不同產能策略之賽局。本項前提係先排除規模的影響。領導廠商與跟隨廠商之差異將基於需求成長率與變異、平均售價。

(二) 數值運算程序與範例：

1. 依照公式(5), 領導廠商的穩健產能水準 k_L^m 為 2.433。
2.
$$\frac{(p - c_v) - (c_q + c_c)}{(p - c_v)} = \frac{(1600 - 512.5) - (132 + 549.6)}{(1600 - 512.5)} = 0.3732$$
3. $k_L^* = F^{-1}(0.3732) = 2.433$
4. 跟隨廠商需求參數為 $\mu = 0.20$ 、 $\sigma = 0.40$, 求解式(6), 可得 $k_F^m = 1.417$ 。
5. 激進策略的額外產能為微觀最適產能的 20%: $k_L^g = 0.4866$; $k_F^g = 0.2834$ 。
6. 四個產能供應情境: $L_1 = k_L^m + k_F^m = 3.850$ 、 $L_2 = L_1 + k_F^g = 4.133$ 、 $L_3 = L_1 + k_L^g = 4.337$ 、 $L_4 = L_1 + k_L^g + k_F^g = 4.620$ 。



7. 領導廠商的需求參數為 $\mu = 0.28$ 、 $\sigma = 0.33$ ，跟隨廠商的需求參數為 $\mu = 0.2$ 、 $\sigma = 0.4$ ，則總需求參數為 $\mu = 0.38$ 、 $\sigma = 0.27$ ，所對應的常態分配參數為 $m = 1.7249$ 、 $s = 0.6134$ 。
8. 計算 $g(L_1) = 3.217$ 、 $g(L_2) = 3.016$ 、 $g(L_3) = 2.878$ 、 $g(L_4) = 2.696$ 。
9. 將各項數據代入 EECR 各算式，可求得四種情境之有效產能需求 (D_L 與 D_F)，再以公式(4)計算得預期營益，如表(3)。

表3 兩廠商之有效產能需求與預期營益

	領導廠商		跟隨廠商	
	D_L	OI	D_F	OI
L_1	2.247	785.6	1.309	80.8
L_2	2.212	746.9	1.546	79.9
L_3	2.622	861.8	1.273	55.9
L_4	2.577	812.2	1.501	48.9

表(3)的數據顯示，跟隨廠商的營利隨產能總供應 (Total Supply) 增加而下降，領導廠商的營利隨著本身所採激進策略而增加 ($L_1 \rightarrow L_3$)，但是當跟隨廠商也同樣採取激進策略，總供應太高，營利將降低 ($L_3 \rightarrow L_4$)，可見產業的總供應增加對弱勢廠商有較明顯的負面衝擊，也可見激進策略對領導廠商本身的益處。

領導廠商採激進策略對本身有益之外，對跟隨廠商有損。下表 (表 4) 產能競局的報酬矩陣係由表(3)之預期營利，取整數而得。若跟隨廠商採取穩健策略，領導廠商宜採取激進策略 ($862 > 786$)。若跟隨廠商採取激進策略，領導廠商將選擇激進策略 ($812 > 747$)。再觀察跟隨廠商對領導廠商之策略的對策，無論領導廠商採取穩健或激進策略，跟隨廠商皆宜採取穩健策略 ($81 > 80$, $56 > 48$)，不過報酬差異不大。由於這個賽局模式是基於公共資訊，因此，領導廠商採用激進策略而跟隨廠商採用穩健策略的情境是一個均衡解，得到 (862, 56) 的報酬。在這個情境，領導廠商所得報酬是四個情境中最大的，所以照理應是其目標。跟隨廠商最佳的報酬會發生在兩家廠商都採用穩健策略的情境，但是領導廠商的報酬將降低 ($862 \rightarrow 786$)，所以領導廠商必然不會附從。

表4 產能競局的報酬矩陣

領導廠商	跟隨廠商	
	穩健	激進
	穩健	激進
	(786, 81)	(747, 80)
激進	(862, 56)	(812, 49)

表(4)係由一組符合產業實況的參數數據所演算而得，當輸入數據改變，結果可能會有改變，因此需進行敏感分析。由報酬矩陣可得，領導廠商採激進策略可增加本身的營利（786→862, 747→812），並減少跟隨廠商的營利（81→56, 80→49）。前述激進策略的額外產能（ k_L^S ）係設定為微觀最適產能（ k_L^m ）的一個（分數）倍數，爲了分析領導廠商若採取的激進程度有所不同對營利可能造成的影響，將此倍數當作激進程度（Aggressiveness）的水準參數，其值由 0.1 步增至 1.0，並重覆上述的計算程序，（跟隨廠商的額外產能增量保持不變，爲 0.2 倍）。圖(11)顯示兩家廠商營利隨領導廠商激進程度逐步增加所造成的變化。領導廠商之曲線爲凸向上函數，具有可供優化的抉擇空間（Choice Space），而跟隨廠商之營利將隨領導廠商的激進程度而單調漸減。另外，若兩家廠商均採激進策略，兩條曲線的形態相同，祇是營利的數值較低，狀況類似表(4)所示，兩家廠商都採激進策略所得報酬不是最高（812<862; 49<56）。由於在適當的水準參數範圍，額外產能存在抉擇空間，並且對兩家廠商的影響爲一正一負，趨向兩極，產能擴充的決策因此可作爲領導廠商的競爭手段。以圖(11)爲例，領導廠商若將水準參數取爲 0.6 或更大，跟隨廠商之營利將爲負值。

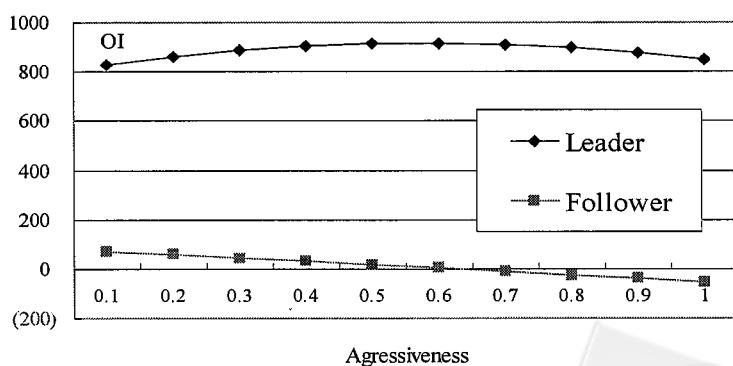


圖11 領導廠商採激進策略對營利的影響

穩健策略與激進策略不是絕對的，會依企業與其所處競爭環境而有不同。就本文所探討的對象產業，有些廠商並非以追求利潤極大化為目標，相反的，這其中存在許多策略與競賽的考量。許多廠商多年沒能創造可觀的營利，反而不斷進行投資擴產，可為佐證。本節結論的應用限制可能發生幾個方面。首先是穩健與激進產能的設定。穩健產能在本文係以營利最適化來決定，是理性評估。激進產能增量則是以微觀產能的一個倍數表示。企業非理性的擴充是屢見不鮮的，因此，激進產能策略其實可能非常多樣。

陸、結論

「大者恆大」是許多製造產業發生的現象，一方面產業逐漸變成寡佔市場，另一方面企業為存活而積極擴充規模，但是卻常得不到良好的投資報酬。若產業的投資成本高、需求不確定，問題便更嚴重。在這樣的產業環境，產能擴充策略究竟應該激進或穩健，寡佔產業之領導廠商與追隨廠商的策略應如何？是否應該不同？便是攸關企業健全發展的議題。

本文以半導體專業製造為對象，分析代表性企業的需求、成本、價格等產業數據，探討不確定需求、高產能成本對產業結構的影響。經過資料分析，該產業寡佔現象的特性可歸為幾項：(1)領導廠商的產能需求成長率高於跟隨廠商的需求成長率，但是跟隨廠商的需求變異卻是高於領先者的需求變異，跟隨廠商處於明顯劣勢。(2)領導廠商有顯著條件進行產能水準的數學優化以提高營利，相反地，跟隨廠商即使進行優化的計算，所得的營利仍然很低，甚至為負值，這是由較低的需求成長率與較高的需求變異所共同造成的。(3)基於技術與服務的差異，不同廠商的長期平均售價存在差異，但售價沒有上昇的趨勢。(4)產能投資的攤提成本有明顯上昇的趨勢。

本文討論的問題類型在近代生產零組件的製造產業常見，廠商的售價有差異，但是並以訂價來影響終端產品需求的現象並不顯著，價格差異主要來自品質或服務差異，通常係經由契約訂定，所以價格非影響產能的決策變數。寡佔競爭文獻所討論的大多以價格為競爭因素，需求函數通常為價格的函數。文獻少部分論文討論需求為隨機變數的產能最佳化，或以古諾模式探討均衡態。本文經資料分析，實證描述一個寡佔產業最大兩家企業的營利競爭力，並進一步探討微觀最適產能與競局產能，以及以產能當作競爭手段的效果。產能分析所考慮的因素包含個別廠商產能需求的對數常態分配、多家企業總體產能需求的對數常態分配、有差異的需求變異、以及高比重的產

能攤提成本，並綜合這些因素，建構產能優化與賽局模式。

本文分析領導廠商與跟隨廠商的穩健與激進產能策略對營利的影響，並以產業數據建構公開資訊的靜態賽局模式，得到均衡解。本文探討的寡佔現象可以歸納為：廠商面對有差異的邊際利潤（即售價減去變動成本）、有差異的需求變異以及高比重的產能攤提成本，領導廠商可採用激進產能策略，一方面可提高本身營利，另一方面還能壓縮跟隨廠商的營利，因此可知，產能擴充的決策可作為領導廠商的競爭手段。

致謝

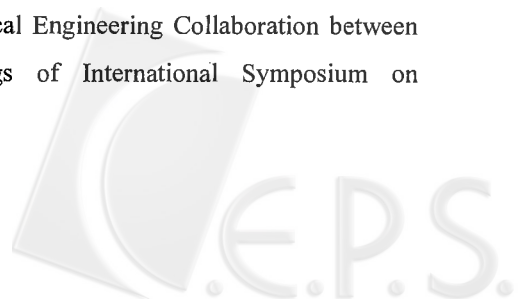
本研究工作由國科會支助部分經費（94-2213-E-002-014）。

參考文獻

1. 周雍強、黃俐瑀 (2004)，「半導體製造之先進製程產能就緒時點的經濟模式」，科技管理學刊，第 9 卷 3 期，頁 1-26。
2. Bashyam, T. C. A. (1996), "Competitive Capacity Expansion under Demand Uncertainty", *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, pp. 89-114.
3. Bermon, S., & Hood, S. (1999), "Capacity Optimization Planning System (CAPS)", *Interfaces*, Vol. 29(5), pp. 31-50.
4. Cardieri, P., & Rappaport, T. S. (2001), "Statistical Analysis of Co-channel Interference in Wireless Communications Systems", *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 1(1), pp. 111-121.
5. Chou, Y.C., & Wu, C.S. (2002), "Economic analysis and optimization of tool portfolio in semiconductor manufacturing", *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, Vol. 15(4), pp. 447-453.
6. Chou, Y.C., Cheng, C.T., Yang, F.C., & Liang, Y.Y. (2007), "Evaluating Alternative Capacity Strategies in Semiconductor Manufacturing Under Uncertainty Demand and Price Scenarios", *International Journal of Production Economics*, Vol. 105, pp. 591-606.
7. Chuang, A. S., Wu, F., & Varaiya, P. (2001), "A Game-theoretic Model for Generation Expansion Planning: Problem Formulation and Numerical Comparisons", *IEEE Transactions on power system*, Vol. 16(4), pp. 885-891.



8. Chung, S. H., Lee, H. I., Lai, C. M., Kuo, N. C., & Chen, J. R. (2002), "The Construction of an Order Exchange Evaluation Mechanism for Wafer Fabs", Proceedings of Int. Conference on Modeling and Analysis of Semiconductor Manufacturing, Arizona, USA, pp. 182-187.
9. Dearden, J. A., Lilien, G. L., & Yoon, E. (1999), "Marketing and Production Capacity Strategy for Non-differentiated Products: Winning and Losing at the Capacity Cycle Game", International Journal of Research in Marketing, Vol. 16, pp. 57-74.
10. Driver, C., & Goffinet, F. (1998), "Investment Under Demand Uncertainty, Ex-ante Pricing, and Oligopoly", Review of industrial organization, Vol. 13(4), pp. 409-423.
11. Gilbert, R. J., & Lieberman, M. (1987), "Investment and Coordination in Oligopolistic Industry", Rand Journal of Economics, Vol. 18(1), pp.17-33.
12. Guo, R., Su, Y., & Chang, S.-C. (2004), "Manufacturing and Engineering Collaboration Mechanism between Foundry and Fabless", Proceedings of International Symposium on Semiconductor Manufacturing, Tokyo, Japan. pp. 20-23.
13. Hood, S. J., Bermon, S., & Barahona, F. (2003), "Capacity Planning Under Demand Uncertainty for Semiconductor Manufacturing", IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol. 16(2), pp. 273-280.
14. Karabuk, S., & Wu, D. (2003), "Coordinating Strategic Capacity Planning in the Semiconductor Industry", Operations Research, Vol. 51(6), pp. 838-849.
15. Liu, M. (2005), "The Advanced Foundry in the Consumer Electronic Era", Speech at the Semiconductor Manufacturing Workshop, International Semiconductor Manufacturing Initiatives, Inc., Oct., Austin, Texas, USA, pp. 24-26.
16. Ma, D., & Mark, J. (2002), "Manufacturing Strategies in the Semiconductor Industry: the Case of the Dram Market", Proceedings of the 7th Annual International Manufacturing Symposium, Sept. 12-13, Cambridge, United Kingdom, pp. 51-55.
17. Murto, P., Näsäkkälä, E., & Keppo, J. (2004), "Timing of Investments in Oligopoly Under Uncertainty: A Framework for Numerical Analysis", European Journal of Operations Research, Vol.157, pp. 486-500.
18. Pineau, P. O., & Murto, P. (2003), "An Oligopolistic Investment Model of the Finnish Electricity Market", Annals of Operations Research, Vol. 121, pp. 123-148.
19. Su, Y., Guo, R., & Hsiao, C. (2005), "Patterns of Vertical Engineering Collaboration between Foundry and Design Service Provider", Proceedings of International Symposium on



Semiconductor Manufacturing, San Jose, California, pp. 13-15.

20. Wu, S. D., Erkoc, M., & Karabuk, S. (2005), "Management Capacity in the High-tech Industry: a Review of Literature", *The Engineering Economist*, Vol. 50(2), pp. 125-158.

