

國立政治大學科技管理研究所

碩 士 學 位 論 文

台灣 LED 產業研發效率與獲利
效率及其影響因子分析

An analysis of impact factor of R&D and
profitability efficiency for LED industry
in Taiwan

指導教授：許牧彥博士

研 究 生：王永達 撰

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月

摘要

本研究主要是針對台灣 LED 產業上中游廠商的研發活動與營運活動進行效率分析的論文。文中採取兩階段 DEA 之投入導向的 CCR 與 BCC 模式進行效率評估，第一階段研究 LED 上中游 9 家廠商 2004~2006 年運用研發資源的能力，並將所得出的研發效率值作差額變數分析，其投入項為研發資本與研發人力，產出項為專利權數量；第二階段研究 LED 上中游 9 家廠商 2006~2008 年運用營運資源的能力，並將所得出的獲利效率值作差額變數分析，其投入項為專利權數量與行銷費用，產出項為營業毛利。接著利用二維矩陣分析與 Pearson 相關性分析試圖找出研發效率與獲利效率之間的關聯性，並藉由 Tobit 迴歸分析尋找可能影響效率的因子。最後，本研究根據實證結果分析對管理當局及未來研究提供建議。

實證結果發現：(1) 在研發效率上，【新世紀】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，而【璨圓】、【華上】、【洲磊】也有兩年在技術效率上是表現優異的；(2) 在獲利效率上，【廣鎳】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，【新世紀】也有兩年被評估是有效率的，而【光磊】與【洲磊】在技術效率上表現優異且穩定，且就整體產業而言，各廠商在獲利效率上的表現更勝於研發效率；(3) 在研發效率的影響因子中，專利變化數量及員工教育程度與研發效率呈現正向關係，專利累積存量則呈現反向關係與預期方向不同，而發明專利比例及研發資本人力比不影響研發效率的表現；(4) 在獲利效率的影響因子中，員工平均年資、行銷能力及發明專利比例與獲利效率呈現正向關係，公司規模則呈現反向關係與預期方向不同，而員工平均年收及員工教育程度不影響獲利效率的表現；(5) 本研究發現台灣 LED 產業上中游廠商，擁有研發效率的不一定擁有獲利效率，這兩個指標並沒有明顯的相關。

關鍵詞：LED 產業、資料包絡分析、Tobit 迴歸分析、研發效率、獲利效率

ABSTRACT

This paper presents a study which utilizes the input oriented CCR&BCC model of two-stage Data Envelopment Analysis(DEA) that separates R&D efficiency and profitability efficiency to evaluate the performance for the listed LED manufacturers in Taiwan. Research period of the first stage and second stage respectively is during 2004 to 2006 and 2006 to 2008. In order to deal with the result of DEA, this study takes the Slack Variable Analysis that could be the improving reference with inefficiency of DMUs and uses two-dimension matrix analysis and Pearson Correlation Analysis to find relationships of R&D efficiency and profitability efficiency. Furthermore, this study seeks factors which may affect the efficiencies by applying Tobit Regression Analysis. Finally, we hope these results can provide actual suggestions for management authority and future research.

The major empirical findings of this study are as follow: (1) In the R&D efficiency, GPI is the best firm of global efficiency for three years, and FOREPI、AOC and UniLite also have the best performance of technical efficiency for two years. (2) In the profitability efficiency, HUGA is the best firm of global efficiency for three years and GPI is also the best for two years. OPTO TECH and UniLite have the best performance of technical efficiency for three years. In terms of overall industry, the performance in the R&D efficiency of these firms is better than in the profitability efficiency. (3) In influence factors of R&D efficiency, difference of patent quantity、education background of employee are positive correlation and accumulated patent quantity is negative correlation. Proportion of invention patent and R&D capital per labor are no correlation. (4) In influence factors of profitability efficiency, qualification of employee、market ability、proportion of invention patent are positive correlation and firm scale is negative correlation. Revenue and education background of employee are no correlation. (5) There is no evidence to prove a relevance of R&D efficiency and profitability efficiency of LED manufacturers in Taiwan.

Key words : LED industry、DEA、Tobit Regression Analysis、R&D efficiency、profitability efficiency

誌謝

光陰似箭，兩年來的研究所生涯終於畫下一個完美的句點了，回憶起論文口試結束時，口試委員的恭喜與祝福，頓時心中夾雜著喜悅與不捨的矛盾。這一路上陪伴我成長的人很多，要感謝的人也很多，特別是我的指導教授-許牧彥老師，對於學生的問題與困難有問必答、細心指導，不論是課業學習或是待人處世等各方面，都使我獲益良多；另外，我也要特別感謝吳豐祥老師與胡均立老師對論文的仔細閱讀與指導建議，讓我對產業分析的量化研究更有概念。

回顧兩年來的生活，非常感謝曾經教育過我的師長，讓我累積了各方面領域的知識。同時，我也要感謝許門家族的小馬、宗瑋、懿萱、駿義、珮心學姐和鈞浩學長對我論文研究上的協助；此外，也要感謝翠娥姐、麗雯、曼楨和韋菁等助理貼心照顧我們的學校生活起居，大家除了是學業上的好搭檔也是生活中的好夥伴；除此之外，還有科管所這個大家庭曾經給予我珍貴意見的成員們，謝謝你們兩年來的照顧。

最後，也是我最需要卻一直沒有跟你們致謝的人-我最親愛的家人與好友們。首先，最要感謝的是爸媽從小到大對我的栽培，始終支持我的決定，也不斷鼓勵我朝自己的夢想前進，讓我可以有今天的成就；此外，好友們一路上的陪伴，在我心情煩悶時給予安慰、在我有課業問題或論文困難等各項麻煩時亦給予我協助。由衷感謝上述每一位論文推手，藉由這個機會，我要說一聲謝謝你們，這份榮耀永遠是屬於你們的。

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的與問題.....	4
第三節 研究定位與內容.....	6
第二章 LED 發光二極體產業概述.....	9
第一節 LED 基本製程與產業價值鏈.....	9
第二節 全球 LED 產業競爭力分析.....	12
第三節 LED 產業未來發展趨勢.....	17
第四節 台灣 LED 上中游產業的特性.....	22
第三章 文獻探討.....	27
第一節 運用 DEA 評估 LED 產業經營效率之文獻.....	27
第二節 運用 DEA 評估研發效率之文獻.....	30
第三節 研發產出的專利權遞延效果之文獻.....	33
第四節 兩階段 DEA 效率評估之文獻.....	35
第五節 小結.....	37
第四章 研究方法.....	38
第一節 研究架構.....	38
第二節 DEA 理論模型與投入產出變數.....	41
第三節 研究假說.....	54
第四節 Tobit 迴歸分析與效率影響因子.....	58
第五節 資料說明.....	62
第六節 研究限制.....	67

第五章 實證結果分析.....	68
第一節 模型適用性評估.....	68
第二節 效率分析.....	70
第三節 差額變數分析.....	83
第四節 影響因子分析.....	86
第六章 結論與建議.....	92
第一節 結論.....	92
第二節 建議.....	94
參考文獻.....	96



表目錄

表 2-1	台灣 LED 產業的 SWOT 分析.....	13
表 2-2	台灣 LED 產業上中游廠商近年合併案概況.....	22
表 2-2	台灣 LED 產業上中游廠商相關之策略聯盟.....	23
表 4-1	評估 T 期研發效率之投入與產出變數定義表.....	51
表 4-2	評估 T 期獲利效率之投入與產出變數定義表.....	52
表 4-3	投入與產出變數的資料來源與樣本期間.....	53
表 4-4	效率影響因子之定義與資料來源.....	61
表 4-5	研究對象:LED-Chip 公司.....	62
表 4-6	研發效率之投入產出變數的敘述統計量表.....	63
表 4-7	獲利效率之投入產出變數的敘述統計量表.....	64
表 4-8	研發效率之影響因子的敘述統計量表.....	65
表 4-9	獲利效率之影響因子的敘述統計量表.....	66
表 5-1	研發效率之研發資本與專利權數的相關係數表.....	68
表 5-2	研發效率之博碩士數與專利權數的相關係數表.....	68
表 5-3	獲利效率之專利權數與營業毛利的相關係數表.....	69
表 5-4	獲利效率之行銷費用與營業毛利的相關係數表.....	69
表 5-5	2004~2006 年台灣 LED 產業上中游廠商研發效率之 DEA 評估結果.....	74
表 5-6	研發效率之評估結果分析.....	75
表 5-7	2006~2008 年台灣 LED 產業上中游廠商獲利效率之 DEA 評估結果.....	77
表 5-8	獲利效率之評估結果分析.....	78
表 5-9	三個年度研發效率與獲利效率之 BCC 效率值的相關係數.....	82
表 5-10	各年度研發效率與獲利效率之 BCC 效率值交叉比對的相關係數.....	82
表 5-11	2004~2006 年各 DMU 研發效率之差額變數分析.....	84
表 5-12	2006~2008 年各 DMU 獲利效率之差額變數分析.....	85
表 5-13	研發效率之 Tobit 迴歸分析結果表.....	86
表 5-14	研發效率之研究假說檢定結果表.....	86
表 5-15	2004~2007 年各 DMU 引證自家公司歷年專利的數量.....	88
表 5-16	獲利效率之 Tobit 迴歸分析結果表.....	89
表 5-17	獲利效率之研究假說檢定結果表.....	90
表 5-18	營業毛利之 OLS 迴歸分析結果表.....	91
表 6-1	影響研發效率與獲利效率之因子.....	93

圖目錄

圖 1-1	2009 年全球 LED 地區別廠商營收排名.....	2
圖 1-2	研究內容流程圖.....	8
圖 2-1	LED 製程產業鏈.....	11
圖 2-2	全球 LED 廠商的專利關係圖.....	25
圖 4-1	台灣 LED 產業上中游廠商兩階段 DEA 效率評估之研究架構.....	38
圖 4-2	台灣 LED 產業上中游廠商研發效率之研究架構.....	39
圖 4-3	台灣 LED 產業上中游廠商獲利效率之研究架構.....	39
圖 4-4	投入導向之技術效率與配置效率.....	42
圖 4-5	DEA 應用程序圖.....	47
圖 4-6	評估 T 期研發效率之投入與產出變數示意圖.....	50
圖 4-7	評估 T 期獲利效率之投入與產出變數示意圖.....	52
圖 5-1	2004 年各 DMU 之（投入/產出）關係圖.....	71
圖 5-2	2005 年各 DMU 之（投入/產出）關係圖.....	72
圖 5-3	2006 年各 DMU 之（投入/產出）關係圖.....	72
圖 5-4	2004~2006 年各 DMU 之平均（RK/RL）關係圖.....	73
圖 5-5	研發效率之整體效率值與時間關係圖.....	76
圖 5-6	獲利效率之整體效率值與時間關係圖.....	79
圖 5-7	研發效率與獲利效率散佈圖.....	81
圖 5-8	1996~2007 年各 DMU 每年申請核准的專利權數量.....	87
圖 5-9	1996~2006 年 LED 產業應用技術變遷軌跡.....	88

第一章 緒論

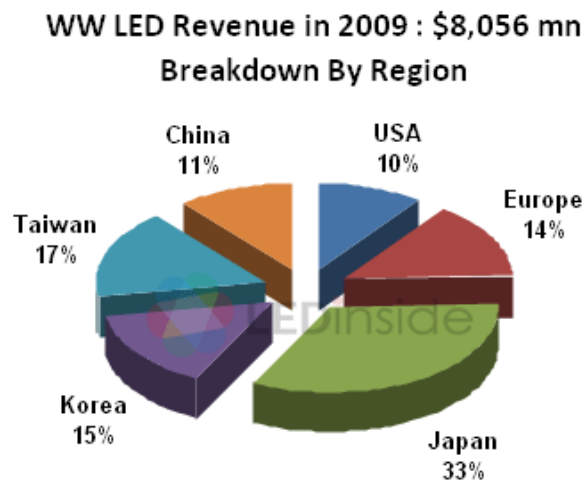
第一節 研究背景與動機

人類對有限資源的依賴以石油為最，科學家預估石油的可使用年數從 2007 年始約 41 年而已，導致國際油價日漸高漲並曾在 2008 年突破每桶 100 美元大關，加上二氧化碳、甲烷等氣體造成溫室效應，全球能源、暖化危機已不再是隱憂，節能、減碳已成為全民致力達成的目標。然而傳統再生能源如水力能、風力能、地熱能與海洋能等在短期內仍難以普及，促使全球節能產業順勢而起，除了新興的太陽能與燃料電池等相關能源產業異軍突起成為當紅產業外，屬於冷發光且不會發熱的發光二極體（Light Emitting Diode，LED），為由半導體材料製成通電時可發光的電子元件，可將電能直接轉換為光能，亦因產品具節能效益而逐漸鋒芒畢露。由於其具有無暖燈時間、反應速度快、低耗電、低污染及壽命長等特點，其產品經過封裝製程處理後，體積小可大量生產，又具備可靠度佳、能見度佳、耐震性佳、顏色多元、可配合實際應用需求製成極小或陣列式大型元件等優點，LED 產業未來發展因而被各方看好。

LED 產業隸屬於光電產業，具有技術密集、資本密集、能源依存度低、產業應用範疇廣等特色，適合資本資源豐沛但天然資源貧瘠的台灣廠商投入。光電產業是政府在 2002 年提出的「兩兆雙星」計畫之一，為台灣主力扶植且最具國際競爭力的產業，並希望透過計劃中產業之發展，進而提升高科技產業的產值，來增加台灣的競爭力。台灣的光電產業包括有光儲存產業（如 CD、DVD 等光碟片）、光通訊產業（如光纖通訊）、光顯示產業（如 CRT、LCD、PDP 等顯示器），而 LED 產業正是光顯示產業的一個元件產業。

LED 產業在台灣歷經 30 多年發展，是台灣光電產業唯一建構完整生產製造鏈的產業，從上游磊晶成長、中游晶粒切割至下游封裝製造，國內均有相關業者投入。2000 年起始達到產量全世界第 1 名、產值全世界第 2 名的傲人成績，且

LED 產業的下游系統終端產品，包括手機、液晶顯示器、筆記型電腦等均已成為全球最大供應國。2009 年台灣 LED 產業產值為 13.7 億美元，占全球比重約 17%，為僅次於日本的全球第二大 LED 生產國，如圖 1-1，由此可見 LED 產業在台灣具有重要的角色。



資料來源：LEDinside

圖 1-1 2009 年全球 LED 地區別廠商營收排名

然而專利卻一直是我國 LED 產業發展過程中最大的變數，美日廠商的技術優勢與專利侵權正是目前國內廠商所面臨的障礙，尋求美日先進廠商的技術移轉或專利授權雖然是可行的方式，但此法將使產業發展受制於他人。在以氮化鎵作為材料的 LED 相關產品上，日本日亞化學仍舊是主要的專利權人及供應商，但就市場規模來看，由於產品應用愈趨廣泛，藍光、白光 LED 開始進入量產擴大期，隨之而來的就是業者之間的互補性或支付權利金的授權合作。在磊晶的部份，全球已經開始進行交叉授權，雖然日亞化學沒有開放白光 LED 的生產技術授權，但是隨著半導體與螢光粉的材料不斷改革創新下，已經有越來越多的選擇，磊晶成長技術也越來越多。最終，市場還是會走到成本問題，所以產業之間將會出現更多的聯盟併購或技術合作，而控制生產成本與拓展應用範疇，向來是台灣廠商較為突出的能力，在這些能力中最重要的是如何增加研發產出的專利權以及如何將此專利權產出轉換為獲利。

我國於 1970 年代開始 LED 產業下游封裝產品之研究、開發與製造，到 1980 年代切進中游的晶粒製作，而 1990 年代投入上游的磊晶成長，至此國內 LED 上中下游的產業逐漸趨向完整，且從 2001 年起我國 LED 產業分工型態，由過去上中下游三階段分工逐漸轉型為上中游磊晶及晶粒與下游封裝兩階段。台灣 LED 產業上中游廠商與下游廠商在先天財務結構上有所不同，上中游廠商特別著重研發與技術，需要大量資金投入且廠商規模也較龐大，所以在固定資產比率與負債比率均比下游廠商高，而固定資產比率與負債比率過高的廠商，隱含其風險也較大，加上從財務數據得知上中游廠商報酬也較高，因此上中游廠商相對於下游廠商是屬於較高風險高報酬的產業。

過去台灣在 LED 產業下游封裝製造，由於技術與資金障礙較低，成為我國最初進入的領域，並居世界之冠，但近年來由於封裝製造的人力需求據增，為求降低人力成本，多數廠商選擇移至中國大陸設廠生產，產能的移轉直接影響到下游廠商，因此上中游廠商之技術發展便顯得格外重要。目前 LED 產品尚有許多技術難題待突破，如晶片散熱不佳、晶粒容易老化、電流干擾及色差等，這些技術難題正給予我國 LED 產業上中廠商在技術發展上的機會，換句話說，透過提升技術發展上的研發創新能力，將可縮短與美日先進廠商間的技術落差。

儘管經過多年的辛勤耕耘，在廠商與政府的共同努力下，我國 LED 產業已逐漸地開花結果，但我國廠商在基礎技術與研發能力尚不足與美日競爭，往往需支付龐大的技轉與權利金費用，想要獲得高度競爭力，研發的效率與品質仍佔有重要地位。

綜合以上，專利授權取得及生產成本控制為國內 LED 廠商提升競爭力的因素，但研發創新能力在未來才將是 LED 廠商成功與否的關鍵，而過去研究卻不曾針對 LED 廠商在技術發展上的研發能力作客觀及公正的評估，並連結其獲利能力做一相關性分析。到底台灣 LED 廠商的兩個能力是如何？有何因素影響？此為本研究有興趣探討的一個議題。

第二節 研究目的與問題

對 LED 廠商能力的衡量，以效率在經濟學領域中涵蓋的範圍最廣泛，主要代表投入與產出的比率關係，用來衡量由投入轉換為產出的績效，而效率衡量的主流方法中，以資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 最廣為使用。DEA 為產業經濟效率評估的方法之一，主要利用線性規劃的原理來估計效率，無須預設生產函數型態，藉由數學方式決定權重，無人為主觀成份在內，且根據經濟學中柏拉圖最適解之觀念發展，對具有多個相同投入與產出之類似性質組織間的相對效率之 (產出/投入) 比值做比較，進而提供廠商改善建議，符合企業實際需求，因此成為研究經營績效之主流方法。由學術文獻來看，DEA 與績效評估結合已運用在產業分析等實務領域；過去研究已普遍使用 DEA 在評估各行各業之營利與非營利單位的相對效率，如政府機關、學校、醫院及銀行等。

本研究將結合 DEA 與迴歸分析來進行效率評估，透過 LED 廠商的研發創新績效與經營獲利績效之分析評估結果，望可在提升技術發展與制定產業發展的策略上提供參考。基於上述研究動機，以台灣地區 LED 產業上中游廠商 2004 年~2006 年之研發效率與 2006 年~2008 年之獲利效率分別進行探討，並利用產業特性之關聯分析整體效率、技術效率與規模效率，做為 LED 產業上中游廠商制定經營決策與評估績效目標之參考依據。

因此本研究有以下幾個目的：

1. 分析 LED 產業上中游廠商的研發效率。
2. 分析 LED 產業上中游廠商的獲利效率。
3. 找出影響 LED 產業上中游廠商研發效率的因子並給予研發決策的建議。
4. 找出影響 LED 產業上中游廠商獲利效率的因子並給予經營決策的建議。
5. 分析研發效率與獲利效率之間的相關性。

基於以上研究目的，並根據實際資料分析嘗試回答下列問題：

- 1、台灣 LED 產業上中游廠商何者研發效率較好？何者較差？

- 2、台灣 LED 產業上中游廠商何者獲利效率較好？何者較差？
- 3、各廠商資源投入或產出是否合理？是否有投入過量，導致資源浪費的情況？
抑或是產出不足而建議擴大產出水準？
- 4、影響各廠商研發效率的原因有哪些？應如何改善？
- 5、影響各廠商獲利效率的原因有哪些？應如何改善？
- 6、研發效率較高的廠商是否獲利效率也相對較高？



第三節 研究定位與內容

一、研究定位

查閱研究 LED 產業的相關論文著作中，大多數以評估 LED 產業的經營效率為主，且都囊括上中下游的廠商同時分析，但是 DEA 是以研究對象互相比較評估優劣的一種方法，當研究範圍中的廠商所執行之業務有根本上的差別時，即使效率較高也未必代表績效較優，所以 DEA 才具有受評估廠商的同質性要高的原則。LED 產業上中游廠商主要從事磊晶成長與晶粒切割，下游廠商主要從事封裝製造兩者相差甚遠，且由首節可以得知，上中游廠商相對於下游廠商是屬於較高風險高報酬的產業，而研發創新能力是其成功的關鍵因素，但研發創新能力較高是否就代表經營獲利績效較好，所以本研究針對 LED 產業上中游廠商來同時探討這幾個議題。

本研究以研發資本而非研發費用、研發人力作為研發效率的投入變數，使用專利權當作產出，並得到專利累積存量、研發支出強度及研發人員年收等因子的不同會影響研發效率；另外本研究的特點是利用研發產出的專利權加上行銷費用作為獲利效率的投入變數，使用營業毛利當作產出，並得到公司規模、員工平均年資、行銷能力及發明專利比例等因子的不同會影響獲利效率。以往的文獻中只有兩篇分別應用在半導體與 IC 設計產業上做過類似的研究，而本研究是第一篇針對 LED 產業上中游廠商進行兩階段效率評估，再加上迴歸分析來得到效率影響因子的論文。

二、研究內容

在了解研究動機與目的後，本研究將說明內容架構及章節安排（圖 1-2）：

第一章 緒論

主要包括研究背景、動機、目的、問題、定位與內容的介紹，而本研究是探討 LED 產業的研發效率與獲利效率，因此在下一章先針對 LED 產業做詳細介紹，瞭解 LED 產業的概況與特性。

第二章 LED 發光二極體產業概述

首先針對 LED 製作流程及產業價值鏈做介紹，再說明全球 LED 產業現況及未來發展方向，最後歸納出台灣 LED 上中游產業的特性。

第三章 文獻探討

首先簡介運用 DEA 評估 LED 產業經營效率之相關文獻，再來是運用 DEA 評估研發效率及研發產出與專利遞延效果之文獻，最後是兩階段 DEA 效率評估之文獻的探討。

第四章 研究方法

本章第一節主要說明本研究使用的研究架構、第二節介紹 DEA 理論模型與投入產出變數、第三節為研究假說、第四節介紹 Tobit 迴歸分析與效率影響因子、第五節為研究模型中的資料說明及樣本描述，最後再於第六節介紹研究限制。

第五章 實證結果分析

首先針對本研究模型做適用性評估，再以 DEAP2.1 套裝軟體計算出各 DMU (decision making unit) 之 CCR、BCC 效率值，並進行差額變數分析，接著利用所得出之效率值，透過 STATA10.0 套裝軟體找出效率影響因子。

第六章 結論與建議

綜合本研究結果提出結論並對管理者及未來研究者提供建議與方向。

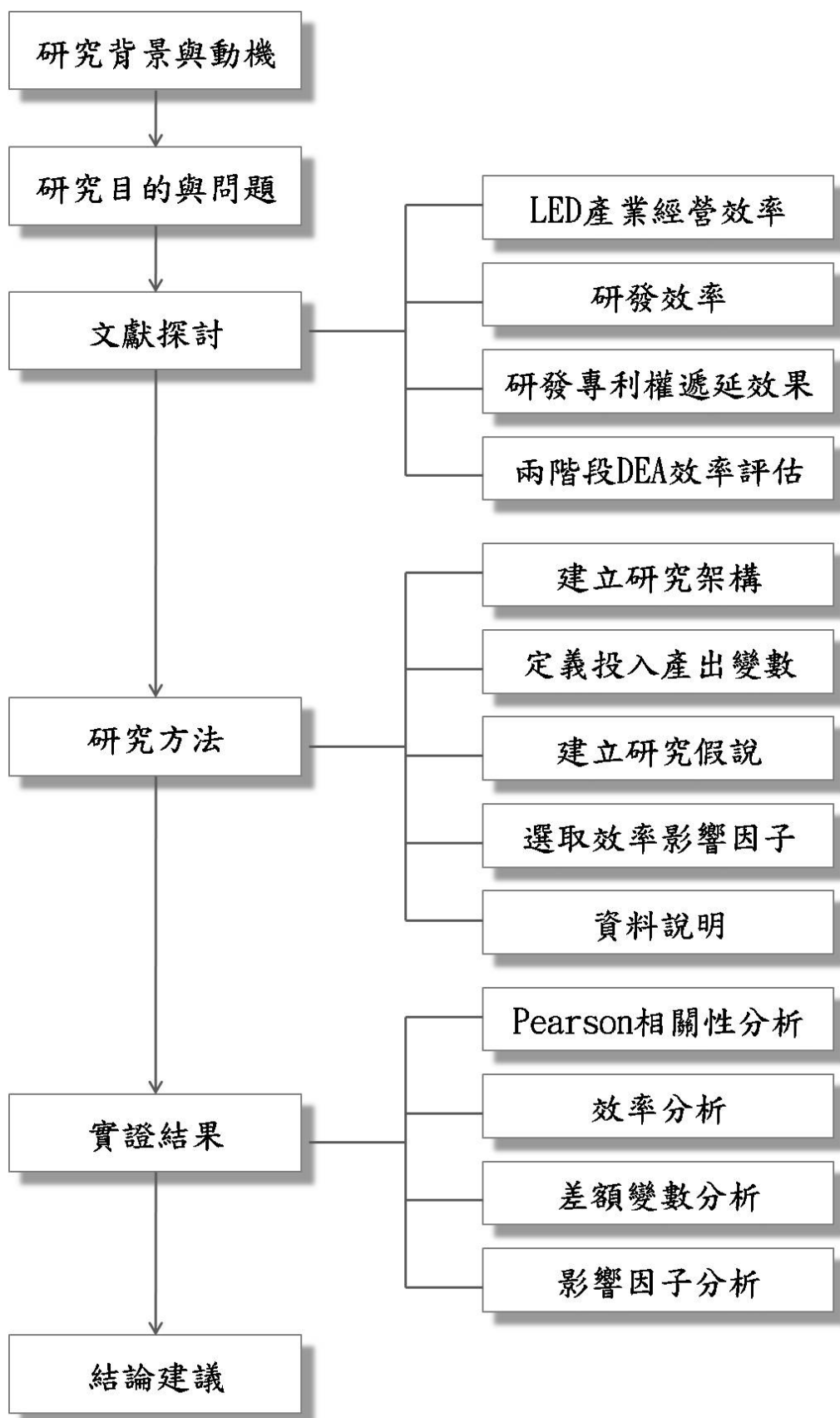


圖 1-2 研究內容流程圖

第二章 LED 發光二極體產業概述

本章首先對 LED 產業價值鏈做介紹，以及全球 LED 產業的現況與未來發展做分析，最後再歸納台灣 LED 產業上中游廠商的特性。

第一節 LED 基本製程與產業價值鏈

一、LED 基本製程

LED 是由半導體材料所製成的發光原件，其發光方式是在晶片兩端的電極端子上施加電壓，只需導入極小的電流，經由電子電洞的結合，即可將剩餘的能量以光的形式激發釋出。另外，也有些 LED 的發光原理則是藉由電子加速後之撞擊與游離化過程釋出能量而發光。

LED 既屬於半導體元件，製作過程便與矽晶圓 IC 相似，主要將 3-5 族化學元素經過高溫反應成化合物，再經由長晶製成單晶棒，然後依切割→研磨→拋光成為晶片，再透過結構設計將發光材料以磊晶技術生長在晶片基板上，即為磊晶片。整套程序屬於 LED 產業的上游範疇，統稱為磊晶製程。由於磊晶技術是影響光波長與亮度的重要關鍵，因此也是整個產業中技術層次最高的部份。

目前主要的磊晶技術有四種，包括液晶磊晶法(Liquid Phase Epitaxy, LPE)、氣相磊晶法(Vapor Phase Epitaxy, VPE)、有機金屬氣相磊晶法(Metal Organic Vapor Phase Epitaxy, MOVPE)，以及有機金屬化學沉積法(Metal Organic Vapor Deposition, MOCVD)。其中 MOVPE 與 MOCVD 法通常被認為是相同的製程，但前者生成的半導體薄膜具晶體形狀，被歸類為「磊晶法」，後者則生成非晶形薄膜，因此歸類為「沉積法」，而無論是 MOVPE 或 MOCVD 法，都可製作出高亮度 LED，是目前磊晶技術的主流，只是生產成本較高。

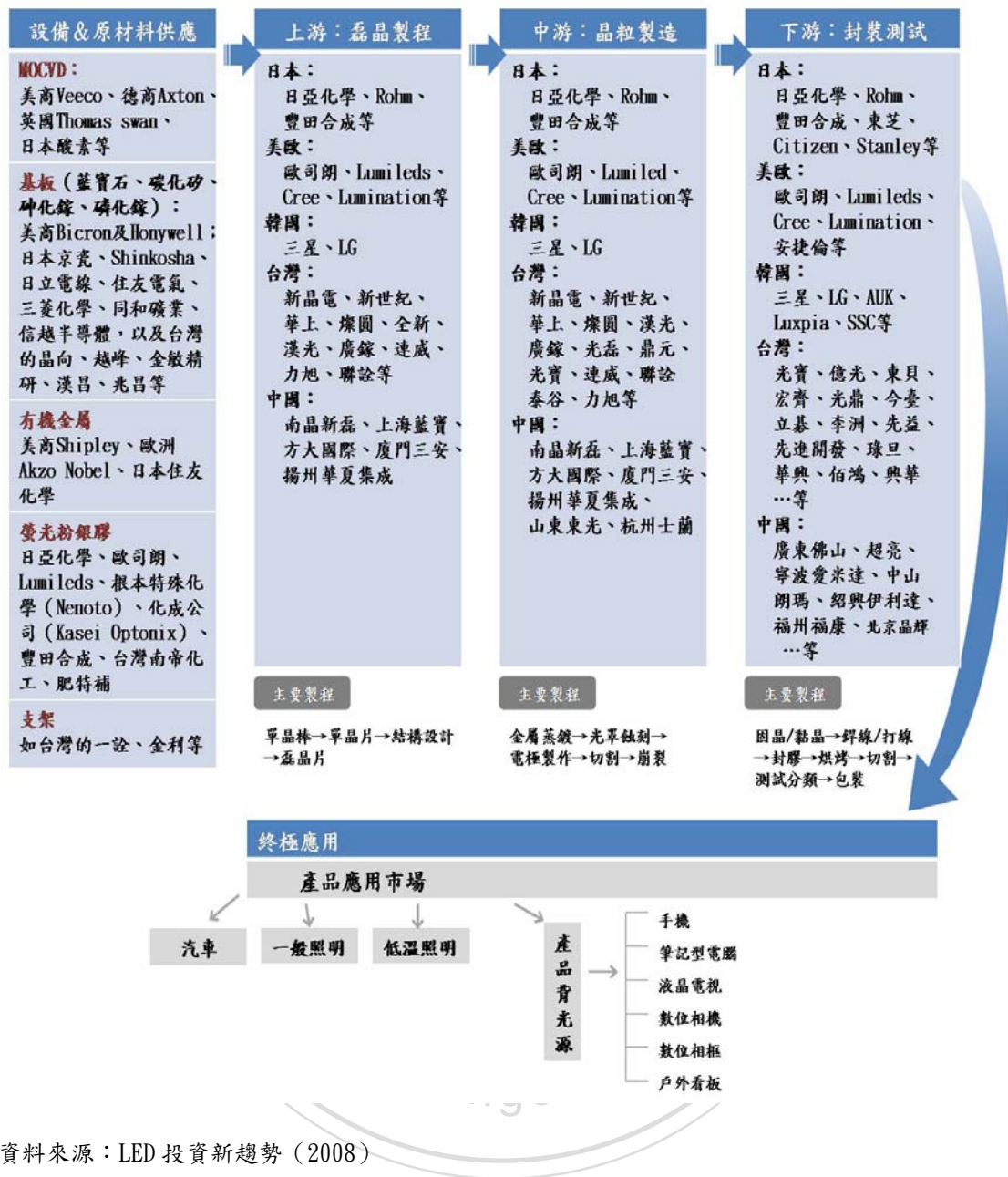
將上游磊晶成品經過擴散→金屬蒸發→光罩蝕刻→電極製作成晶粒，再經切割、測試檢驗後，即完成中游的製程手續。最後則是將晶粒黏貼於導線架上，進入下游的封裝程序，而依應用產品的不同，也有不同的晶粒封裝技術。

LED 產品的封裝技術隨下游應用市場的不同，具有多種面貌，但基本上與半導體晶片封裝相同。若由外觀上來看，傳統的封裝技術為插件式，即燈泡型 (Lamp Type)，占有八成左右的市占率，而為了因應電子產品的輕薄短小趨勢，自 1980 年代開始出現表面黏著封裝技術 (Surface Mount device, SMD)，適用於密集的電路設計的產品。此外，若依發光功率、光點數及用途區分，LED 的封裝形式則包括有數字型 (Digit)、顯示器型 (Display)、點矩陣型、集束型，甚至近年來也逐漸朝向模組化發展。

二、LED 產業價值鏈

若依全球 LED 上中下游的產業結構來看，美、日、歐等國對關鍵元件及材料能力的掌控較強，而且幾乎是一條鞭的垂直整合架構，如日本的日亞化、羅門哈斯 (Rohm)、德國的歐司朗 (Osram) 可為代表。台灣 LED 產業則有如衛星般家數眾多，主要聚焦在中下游製程，而即使台灣中下游的晶粒、封裝產量高居全球第一、第二大，但上游的磊晶原料仍需仰賴進口，無法自給，因此，台灣廠商與擁有原料供應及技術專利的國際大廠的互動關係，經常也成為競爭力研判的重要觀察指標。

然而，如果從終端應用市場來看，LED 已經成功地從小尺寸面板背光源向中大尺寸滲透，而憑藉台灣在手機、筆記型電腦、液晶面板、數位相機等下游消費性電子產品的全球關鍵位置，將會是台灣 LED 廠商未來持續成長、壯大的最大優勢所在。另一方面，受益白光發光效率的提升速度超出預期，以及產業專利網時效的即將屆滿，台灣 LED 廠商未來兩年在非消費性電子領域的開拓，包括低溫冷凍、路燈照明等，預料也將呈現快速的成長。



資料來源：LED 投資新趨勢 (2008)

圖 2-1 LED 製程產業鏈

第二節 全球 LED 產業競爭力分析

一、台灣磊晶片產能世界第一，中低階應用為主

1972 年，德州儀器 (TI) 在台灣設立第一條 LED 封裝線，一般視為是台灣 LED 產業的元年。台灣初期的產業發展以下游封裝為主，上、中游的磊晶片與晶粒仍需仰賴美、日大廠供應，直到 1983 年、1988 年，光磊、鼎元相繼成立，台灣才正式跨入中游切割領域。至於上游磊晶片的生產，則遲至 1993 年國聯光電（後併入晶電）成立，台灣才有了第一家上游的磊晶片廠商，其主力產品是以砷化鎵為基板的四元 LED。1996 年，工研院結合國內 LED 下游封裝廠成立晶元光電，進一步跨入了藍光磊晶片領域。

目前台灣有不少廠商投入 LED 產業領域，單是以磷化鋁鎵銦 (AlGaInP) 四元、氮化鎵 (GaN) 藍光材料為主的磊晶及晶粒廠商，就有多達三十幾家，使得台灣在氮化物及四元磊晶的產能上均位居全球第一大，估計市占率分別高達 30%、80% 以上。至於在封裝產值方面，台灣廠商的產品線則以中低階市場為主，包括手機按鍵、背光源，以及 LED 燈泡、燈條等。

簡單來說，台灣 LED 產業的發展是由下而上，歷經二十餘年才建立完備的產業鏈，目前國內 LED 廠商的專業分工情況十分明確，上、下游廠商各自發展利基產品，例如上游磊晶廠有晶電、璨圓、泰谷、新世紀、華上等，下游封裝廠則有光寶、億光、東貝、佰鴻、宏齊等。只是，台灣多數 LED 關鍵元件仍需仰賴日本，且專利布局、技術層次還無法趕上日系廠商，使得台灣的 LED 產業競爭力相距日本還有一段差距。

表 2-1 台灣 LED 產業的 SWOT 分析

優勢	劣勢
台灣磊晶產能全球第一；上下游產業鏈完整；成本控管能力佳；能快速回應市場需求	專利佈局仍不及歐美日等先進國家；螢光粉腳步不如先進國家與大陸；上游基板與高階封裝材料需仰賴進口；國內市場規模小
機會	威脅
技術能力仍較大陸為佳；產品售價低於歐美日等大國；節能需求提升；面板產能居全球第一大	下游低階產品競爭者眾；高階產品開發能力不及歐美日；大陸與韓國的急起直追

資料來源；本研究整理

二、美國著重高階應用，產業集中度高

1965 年美商 Monsanto 取得了全球磷砷化鎵/砷化鎵 (GaAsP/GaAs) 磊晶技術的第一個專利權，並在 1968 年正式推出三元磷砷化鎵 LED 產品，開啟了商用應用的第一步。由於搶得先機，美國在 1980 年代以前主導全球 LED 技術及產業的發展；隨後卻受制於研發成本偏高，全球市占率節節下滑，廠商的研發主軸也逐漸轉向高功率 LED 及照明市場的應用，以迎合節能及環保的發展趨勢。另一方面，美國廠商在技術及專利方面仍具領先優勢，藉由專利訴訟、技術授權等策略，即使市占率下滑，但仍能掌握全球 LED 產業的發展及利潤流向，尤其是當 LED 照明應用浮上檯面後，美國 LED 廠商的關鍵地位再度受到重視。

目前美國境內的前三大 LED 業者，分別是 Lumileds、Cree、Avago，合計擁有高達八成的市占率，產業集中度相當高。其中，Lumileds 的產品線以四元起高亮度 LED 和高功率 LED 為主，由於大股東飛利浦是全球知名的照明大廠，預期未來 Lumileds 的發展方向仍將以照明及高功率 LED 產品為重點。

Cree 生產的氮化物藍光和綠光 LED 是以碳化矽 (SiC) 為基板，有別於大多數廠商是以砷化鎵或藍寶石為基板，故 Cree 的產品具備良好的散熱特性，目前

發展重心放在高功率 LED 與照明相關應用領域。至於 Avago 的前身為美商 Agilent 的 LED 部門，以行銷業務為主，產品大多交由台、日等國廠商代工製造，以目前的主力產品來看，同樣是鎖定高功率 LED 及照明市場。因此就整體來看，美國廠商的強項是以戶外顯示看板、照明燈具等高階應用為主。

三、日本供應鏈完整，藍光、白光技術領先

日本廠商在 1970 年代引進美國技術，正式跨入 LED 領域；1980 年代以後則憑藉本身的技術與成本優勢，逐步取代美國在 LED 產業的領導地位，目前無論是在技術能力或產值規模等方面，都是位居全球 LED 產業的龍頭地位，大富領先其他國家。

1993 年，日亞化學成功地開發出以氮化鎵銦（InGaN）為材質的 LED，並採用 MOCVD（有機金屬化學氣相沉積法）的磊晶技術，製作出高亮度純綠光及藍光 LED，並推出全球第一個商業化的藍光、紫光 LED 產品，同時實現 LED 的全彩化目標；1996 年，日亞化再將藍光 LED 配合 YAG 螢光粉，組合成白光 LED，再度打開 LED 進軍照明市場的商機。截至目前為止，日亞化仍然是全球藍光、白光 LED 的技術領導大廠。

雖然，日本廠商最早開發出藍光產品，但在台灣廠商相繼投入藍光 LED 領域的追趕下，目前的藍光磊晶產能已退居在台灣之後，不過，日本廠商因為技術領先且具有專利保護，LED 平均單價仍高出台灣廠商，故其產值依然位居世界第一大，同時在高階 LED 應用市場，如背光源、顯示看板等領域，大多也還是由日系廠商所把持。

日本的 LED 產業鏈最為完整，且大多屬於一貫型的整合廠商，如上游磊晶廠以日亞化、豐田合成、昭和電工等為主，下游封裝廠則包括 Citizen、Matsushita、NEC、日亞化、豐田合成、Rohm、Stanley Electric 等。其中，日亞化、Citizen 與 Stanley 為前三大廠商，合計市占率超過六成，產業集中度相當高。

整體來看，日本 LED 產業具備自給自足的能力，且廠商的技術能力與專利網相當完整，因此過去許多 LED 產品的新發展、新應用，都是由日系廠商所推動。

雖然台、中、韓等國廠商也都積極擴充產能，企圖以量取勝，但預料日本 LED 廠商還會持續保有技術領導優勢，產業地位不易動搖，只是其產能市占率則會相對縮減。

四、中國由政府主導，技術含量仍低

2006 年，中國已經擁有一百二十家具有一定生產規模的廠商及研究單位，至於小規模封裝廠和應用產品開發企業，更是超過二千二百家。從 LED 的原材料、磊晶、晶片、封裝、應用及相關配套件、設備儀器等，都有廠商投入開發。

儘管如此，中國廠商在磊晶製程技術方面仍嫌不足，除了投入時程短、開發速度慢之外，目前還無法量產高亮度 LED，故絕大部份晶粒仍來自台灣、韓國廠商。此外，受限於封裝技術相對落後，在 LED 下游產品的應用方面，也是以聖誕燈、燈泡、顯示器等低階市場為主。

在中國「十一五」規劃中的國家高技術研究發展計劃明確地將「半導體照明工程」列為重點發展項目，且點名發展大尺寸面板 LED 背光源市場，輔導大型企業投入相關產品，並希望在 2009 年正式量產，達到年產能十萬套的目標，目前參與的企業包括海信、京東方、上廣電等。

此外，為因應能源供需吃緊問題，「十一五」規劃中的新能源政策也開始重視節能省電的重要性。根據統計數字，未來中國的公共照明如果有二分之一採用 LED 產品，省下的電力將比三峽大壩的總發電量還要可觀，其背後相關的 LED 照明龐大商機自然引人注意。

而配合北京奧運、上海世博會的舉辦，中國政府對導入大型 LED 顯示螢幕/看板以及 LED 路燈的應用等更是積極，為中國 LED 產業的發展提供了龐大的內需商機。根據拓璞產業研究所的預測，至 2010 年，中國高亮度 LED 顯示看板的市場規模可達人民幣 120 億元，LED 路燈產值為人民幣 57 億元，大尺寸背光源市場也有人民幣 200 億元的規模。由於中國本地的產品品質不佳，因此台灣廠商有機會分食部份商機。

五、韓國大企業掛帥，打造光州 LED 谷

至於韓國的 LED 產業則是自 1993 年起投入研發，初期的主要廠商為 LG Innotek 及三星電機 (Samsung Electro-Mechanics, SEM)，到 1999 年正式量產，當年也被視為韓國發展 LED 產業的新里程碑。

在 2000 以前，韓國手機大廠的按鍵等藍光晶片與晶粒的需求，主要都由台商所供應，隨著 LG Innotek、SEM 的產能開出，遂陸續轉單給韓系廠商，進而推升相關產業的蓬勃發展，此後，韓國 LED 廠商如雨後春筍般成立。根據韓國光技術院 (KOPTI) 的統計，目前 LED 相關廠商約三百多家，韓國政府還特別在光州成立 LED 谷，鎖定照明、LCD TV 背光源、顯示看板等三大應用方向，企圖複製 TFT-LCD 產業的成功發展模式，提升韓國在 LED 產業的全球競爭力。

綜合來看，美國和日本是 LED 的技術、專利及新應用市場的催生者，台灣、韓國、中國大陸則以量產能力積極追趕，並持續向美、日等國大廠取得專利授權，擴大全球 LED 產業的下游應用市場規模，彼此存在著微妙的競合關係。

值得注意的是，國際大廠的專利網自 2010 年起將逐漸式微，加上後進廠商不斷提升技術能力，累積本身的專利，屆時全球 LED 產業可能面臨新一波重組，而台灣廠商挾磊晶產能的優勢，較佳的成本控管能力，以及足以和國際大廠匹敵的產品品質，將有機會成為最大的受益者。

第三節 LED 產業未來發展趨勢

LED 產業歷經兩年的緩慢成長，2008 年受惠技術突破、單價走跌，有效帶動市場滲透率提升，可望回復二位數字的成長水準；預估到 2011 年，不僅整體市場有機會突破百億美元規模，而且在亮度、應用市場的拓展上，預期都將繳出令人驚喜的成績單。而在未來五年中，全球 LED 產業有四大演變趨勢值得追蹤。

一、全球產值達 114 億美元

自 2002 年起，全球 LED 市場在高亮度 LED 的需求激增帶動下，呈現快速起飛，每年均以兩位數字的幅度增長。但是到 2005 年，由於缺乏新市場的刺激，造成供需失調，產品單價大幅滑落，使得 LED 的高成長趨勢暫時畫下休止符，成長速度下修到僅剩個位數。到了 2007 年，LED 產品雖然成功地滲透 NB、車載顯示器等中尺寸背光源市場，但因市場尚處於導入初期的應用階段，規模相對有限，故全年 LED 產值僅較 2006 年微增 7%，達 66 億美元。

雖然 LED 市場的成長速度相對減緩，但技術發展並未停滯。過去業界人士預測，2010 年白光 LED 的發光效率可達到 100lm/W，不過，由於各家大廠持續投入研發資源，目前在實驗室內的白光 LED 發光效率已經可以達到 150lm/W，而產品化的發光效率也達 100lm/W，技術進展超乎預期，使得過去因為 LED 的特性限制，無法充份滿足的市場需求，例如汽車頭燈、一般室內照明燈具、中大型 LCD 顯示器背光源、投影機光源等，如今都有了解決方案。此外，由於 LED 單價走跌，每單位流明價格滑落，得以縮小與現有光源間的成本落差，使得 LED 的滲透率一夕間大幅提升。

若以 12 吋筆記型電腦用顯示器背光源為例，過去白光 LED 的單價高，LED 背光模組的價格大約是冷陰極管背光模組的一倍左右，NB 廠商基於成本考量，僅 SONY 在 2006 年間嘗試推出 LED 背光 NB。隨後，白光 LED 價格快速走跌，2007 年底兩者間的價差已縮小至 60%，市場需求開始浮現，同年間，包括華碩、惠普、戴爾、蘋果、東芝、富士通等大廠紛紛跨入 LED 背光 NB，使得 NB 市場開始出現

白光 LED 取代 CCFL 光源的情況。

預料新市場的開拓，將引領 LED 產業進入另一波成長高峰，2008 年起全球 LED 市場將回復兩位數字成長，2011 年市場規模可突破百億美元，達 114 億美元，2006 年至 2011 年的五年間複合成長率為 13%。

二、高亮度 LED 滲透率超過八成

若依亮度區分，LED 可再區分為三種：高亮度 LED（以四元化合物、GaN 系化合物製成）、一般亮度 LED（以二元或三元化合物製成），以及紅外光 LED。高亮度 LED 是經由技術的演進，使得產品價值持續提高，進而開創新的應用市場，再藉由產品單價的下滑，侵蝕一般亮度 LED 的應用領域。隨著高亮度 LED 的滲透率持續攀升，預估至 2011 年將提高至八成以上。至於紅外光 LED 則因為光通訊、手機等短距離通訊傳輸的市場未見明顯成長，加上雷射二極體（Laser Diode，LD）在光學滑鼠市場的競爭日趨激烈，預估整體市場成長性將持平。

從應用市場來看，LED 的應用領域相當廣泛，舉凡電子、家電、汽車、交通號誌、看板等需要點光源或面光源的產品，都是其應用市場。早期 LED 的發光亮度較低，主要應用在家電、電子產品或玩具等點光源領域，其後隨著亮度及效率的提升，2000 年起開始打進可攜式產品，如手機、PDA、數位相機等市場，並大量應用做為螢幕或按鍵等光源；而隨著可攜式產品的需求持續增長，進而拉動 LED 產業起飛，並成為 LED 的主流應用市場。

目前 LED 在手機用光源的市場占有率高達 95% 以上；由於全球手機的普及率已高，加上白光有機發光二極體（Organic Emitting Light Diode，OLED）、電激發光元件（Electro Luminescent Lamp，EL）等新技術逐漸成熟，開始與 LED 同台較勁，預期未來手機用 LED 市場的成長力道相對有限，而可望接棒推升 LED 產業的成長引擎，預期將來自汽車、一般照明、中大型顯示器背光源等應用產品。

三、NB 用 LED 背光模組滲透率超過五成

2004 年底，Sony 推出全球第一款 40 吋、46 吋 LED 背光模組液晶電視，引發市場高度關注，而中大型 LCD 顯示器背光源市場，也成為 LED 產業能否再創另

一波成長高峰焦點所在。

繼 Sony 之後，三星等多數 LCD 廠商開始跟進，推出 LED 相關的試製機種或發表新產品，使得 LED 業者對 LED 導入中大型液晶顯示器的時間預估愈加樂觀，不過，LED 在價格、產品特性、技術成熟度等各方面，距離成為 LCD TV 的背光模組仍有一段相當大的差距，使得市場熱度迅速地在 2006 年冷卻下來。

就長期的發展角度來分析，LED 背光模組具備動態控制、低成本、省電、薄形化等潛在的優勢，因此吸引三星、樂金飛利浦等顯示器廠商持續投入 LED 背光模組的研發，估計在相關技術逐漸成熟後，大型 LCD 背光模組將成為帶動 LED 市場高速成長的另一個主動力。

至於在短期內，LED 仍不易快速打開大型 LCD 的背光模組市場，但在車載顯示器、數位相框、可攜式 DVD 播放器，以及 NB 等中尺寸 LCD 的背光模組市場，其滲透率則快速成長。由於在中尺寸 LCD 背光領域，是採用小尺寸的側光式模組設計，技術成熟度較高，加上 LED 背光模組具薄形化、輕量化、省電等優點，符合消費者需求，故當 LED 產品的價格滑落到只比 CCFL 背光模組平均高約 60% 左右，大致就達到了價格的甜蜜點 (Sweet Point)，順勢引爆第一波市場需求。目前合計 NB、車載顯示器、數位相框、可攜式 DVD 播放器等四大中尺寸 LED 背光模組的滲透率約為 21%。

其中，NB 背光模組因為 LCD 顯示螢幕的尺寸相對較大，使用 LED 顆數較多，延伸的市場商機明顯高於其他三大產品，包括華碩、惠普、戴爾、蘋果、東芝、富士通等 NB 大廠紛紛推出相關產品。2008 年，LED 背光模組應用在 NB 市場的占有率已達 15%，預估到 2011 年則將擴展至 53%。此外，工研院 IEK 預估，若加計程車載顯示器、數位相框、可攜式 DVD 播放器在內的中尺寸 LED 背光模組市場，2011 年將成長到 7 億美元，2006 年至 2011 年的複合成長率高達 52%。

四、LED 照明市場規模達 10 億美元，五年複合成長 37%

早期因為光通量低、點光源、發光效率低等問題，使得 LED 在一般照明市場的應用僅限於指示燈、軍事照明、工業照明等特殊應用，以及如高樓外牆警示燈

等需要高維護成本的特定領域。其後隨著 LED 的製造成本不斷下降，發光效率及亮度不斷提升，搭配 LED 本身所具有的壽命長、體積小、環保等各種優勢，使得 LED 在照明市場的應用逐漸被強化，在過去三至四年間，包括字型燈/輪廓照明、建築照明、零售展示用照明、消費者手持式照明、居住用照明等應用陸續興起，LED 照明市場的規模乃逐漸擴增至 2 億美元左右，2002 年至 2007 年間的年複合成長率高達 45%。

LED 在照明用市場的成長率雖高，但市場滲透率卻只有 2% 左右，仍處於導入期階段。主要是因為產品單價偏高，消費者採用意願較低，此外，目前的高光通量及 LED 照明系統技術均尚未成熟，也限制了照明應用市場的拓展。

值得注意的是，由於 2005 年以後能源價格高漲，各國政府對高效率照明發光源的重視程度日益提高，陸續透過政策或法規，加速高效率照明光源的普及化。以美國為例，政府直接投入研發經費，積極推動包括 LED 在內的半導體光源使用技術發展；同時也制定建築法規，限制低發光效率光源的使用；2007 年初，美國能源部更提出「能源之星計劃之固態照明燈具設備規範草案」，進一步制定櫥櫃燈、檯燈、嵌燈、室外走廊燈等產品的光源標準等。其目標是希望在 2012 年以後，每年能夠銷售五百萬套包括 LED 等半導體光源的高效率照明產品，以達到節省 19TWh 的能源，相當於 19 億度的電力，大約是台灣林口火力發電廠半年的發電量。

政府政策的積極介入，有助於降低 LED 產品在初次採購成本上的劣勢，加速 LED 產品照明市場的普及，儘管如此，LED 仍無法在短期間完全取代傳統光源。因此，商業照明領域的應用，就成為業者積極搶攻的另一塊市場。

在商業照明領域，LED 不需要去迎合或滿足現有的燈具規格，可以自行研發設計出新型的燈具，創造出與眾不同的產品，以提高 LED 的應用價值。此外，商業照明的消費者對光源價格的敏感度較低，可是對於電費支出的敏感度較高，加上有專業電機工程師與設計師協助裝置照明系統，使得市場的需求比較容易被激發。

至於住宅照明市場方面，儘管商機較大，但消費者對價格的敏感度較高，必須配合政府補貼及對消費者進行再教育，然後選擇適合廠商特性的利基市場切入，如此才比較有贏面。由於大環境有利 LED 照明市場的拓展，配合 LED 價格下滑，估計 2011 年整個照明用 LED 市場的規模可達 10 億美元左右，2006 年至 2011 年複合成長率高達 37%。



第四節 台灣 LED 上中游產業的特性

一、大者恆大規模經濟

從台灣 LED 產業的發展歷程來看，2005 年可說是整併的關鍵年，從當年年初的元矽合併聯詮，到年底的晶電合併國聯，不僅為市場投下了震撼彈，而且奠定了大者恆大的新里程碑。2007 年間，為因應下游需求升溫，晶電又合併新元矽，再度擴大產能規模，摘下全球四元 LED 產能桂冠，市占率一舉拉升至五成以上，而氮化物藍光 LED 則擠身全球前三大之林，讓台灣 LED 產業在全球供應鏈佔有一席之地，也使得相關廠商在其後的全球 LED 背光源商機中得益不少。

另外如華上光電購併勝揚光電，璨圓與日商合資成立研晶，光磊引進日亞化與日立資金，新世紀與廣鎔引進億光資金，李洲力促曜富與洲磊的合併案等，都是為了擴大規模而採取的行動。只是近幾年的產業整併潮，卻使得上游磊晶廠形成晶電一家獨大，進而壓縮了中小型廠商的生存空間，迫使二線廠商不得不跟進尋求合併或採取策略聯盟，爭取突圍空間。

表 2-2 台灣 LED 產業上中游廠商近年合併案概況

主導廠商	被合併廠商	合併時間	主要產品	合併後規模
華上	勝揚	2004/03	四元	四元第三大
元矽	聯詮	2005/08	氮化物	氮化物第一大
晶電	國聯	2005/12	四元與氮化物	四元與氮化物同時位居第一
華上	連威	2006/07	氮化物	四元第二大與氮化物第三大
晶電	元矽、連勇	2007/03	四元與氮化物	四元與氮化物同時位居第一
洲磊	曜富	2007/08	氮化物	具備四元與氮化物生產能力

資料來源：富邦投顧（2008/01），本研究整理

二、異業合作策略聯盟

以目前台灣 LED 廠商的產品布局來看，包括面板背光源、車用 LED，以及路燈照明三大應用，將是國內 LED 產業群雄爭戰的主要領域，其中又以面板背光源市場的煙硝味將最濃。國內面板廠商為因應 LED 背光的市場趨勢，已化被動為主動，透過收購股權入主或自行建廠的方式，開始切入 LED 產業的供應鏈。例如奇美電入主璨圓，直搗 LED 上游磊晶領域；友達策略性投資晶電，同時更傳出將自購一百部 MOCVD 機台的大手筆設廠計畫。

LED 的面板背光源商機，背後牽動到兩大產業的供應鏈變化，一方面是 LED 廠商間的技術與產能競爭，同時也會衝擊原本面板背光模組廠商的生存空間，包括中光電、輔祥等背光模組業者，均已感受到 LED 應用的節節進逼，也積極與 LED 廠商展開技術合作，未來在國內的顯示器產業中，包括面板、背光模組、LED 廠商間的三角關係會如何轉變，相當值得觀察。

表 2-3 台灣 LED 產業上中游廠商相關之策略聯盟

公司	合作廠商	合作廠商主要產品	主要合作產品	結盟時間
華上	南亞	四元與氮化物	四元	2006 年第三季
光磊	日亞化、日立	四元與氮化物	四元與氮化物	2005 年
璨圓	奇美	面板	氮化物及策略持股	2006 年第一季
連勇	威力盟	CCFL	氮化物	2006 年第二季
晶電	友達	面板	合併連勇入股	2007 年第一季
新世紀	億光	LED 封裝	確保晶粒來源	2007 年第四季

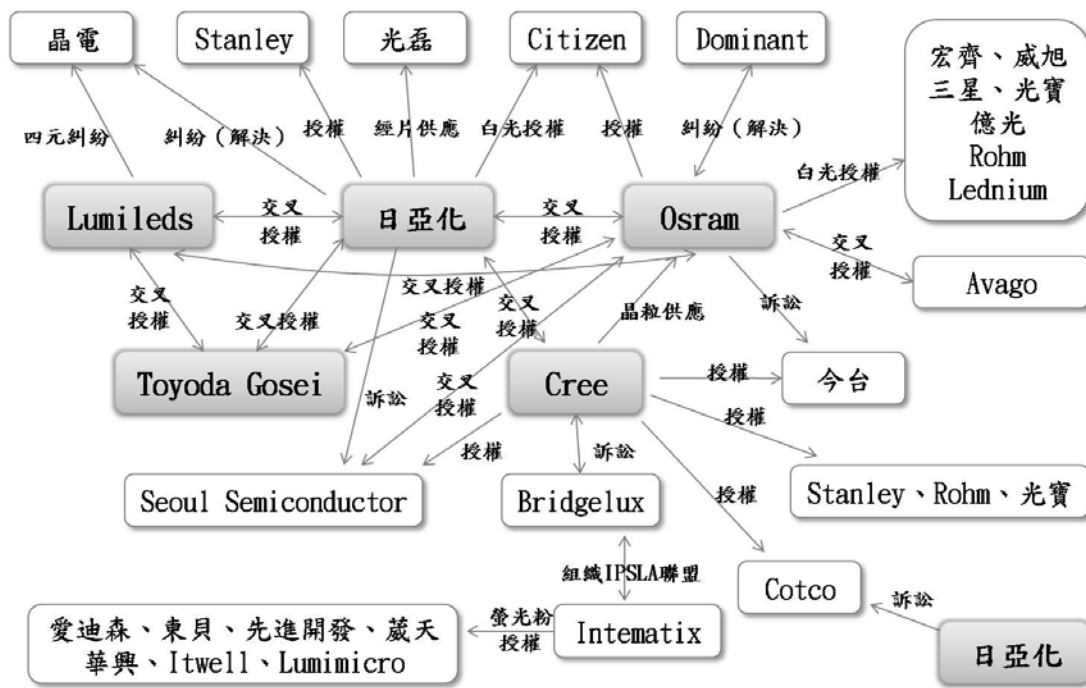
資料來源：富邦投顧（2008/01），本研究整理

三、產能第一但未掌握關鍵技術，從專利保護到專利競爭

由於集眾多專利於一身，因此日亞化早期經常透過專利興訟，保障其在氮化物 LED 的優勢與利益。而從 1996 年控告豐田合成開始，到 2001 年為止，日亞化在日本 LED 市場的專利訴訟幾乎全勝而歸，使得豐田合成、Rohm 等日系 LED 業者都被迫暫停推出氮化物相關產品。而食髓之味的日亞化，更大膽地跨海控告 Cree、Lumileds 等歐美大廠，打算壟斷全球的氮化物 LED 市場，占有龐大的市場利益。然而，在專利布局中不可一世的日亞化，卻在 2001 年以後嘗到敗績。

基本上，2003 年以後的專利訴訟多以和解收場，各大廠商跳脫訴訟漩渦，而採行交叉授權後，全球 LED 產業形成以日亞化、豐田合成、Cree、Lumileds、Osram 等五大廠商為核心的專利網，結果反而讓其他廠商更難突破專利限制的枷鎖。不過，五大廠商所建構的專利網，自 2010 年起將陸續面臨二十年專利保護期限屆滿的考驗，加上新進廠商的技術能力與專利數量逐漸提升，使得五大廠商在近幾年加速專利授權，以取得高額的權利金收入，並帶動新興市場的 LED 產業成長，結果形成 LED 產業的兩大分工型態：五大領導廠商專注高端市場與先進產品的開發與應用；新進 LED 廠商則以中低階產品為主，配合終端市場應用領域的擴大，推升全球 LED 產業蓬勃發展。

在台灣廠商方面，雖然歷經多年研發也獲致不少成果，但由於日亞化、Lumileds 等大廠在各項技術上所建立的專利限制，不時傳出侵權的負面干擾。例如，2007 年 Lumileds 對晶電的高亮度四元 LED 產品提出侵權控告，拖累晶電必須停止販售相關產品，大幅影響獲利；而日亞化更是一再重申台灣藍光晶粒廠的侵權嫌疑，使得國際手機大廠有所顧忌，影響下游市場的拓展。不過，近年來台灣廠商在克服 LED 相關專利問題上也有不小進展，例如，億光、光寶、宏齊等每年都繳交不少權利金給 Osram，而宏齊也同時取得安華高的生產授權；至於光磊則是日亞化及日立電業欽點的台灣區唯一代工廠商。在與國際大廠保持良好互動下，國內廠商得以此為基礎，更積極投入次世代 LED 技術及 LED 應用產品的開發，尋求競爭力的提升。



資料來源：工研院、富邦投顧整理

圖 2-2 全球 LED 廠商的專利關係圖

四、應用層面持續擴增，必須依賴終端產品不斷創新研發

(一)背光源市場

早期由於 LED 的亮度不足，應用範圍僅侷限在手機、PDA 等 1 吋至 3 吋的小尺寸顯示器背光模組，並不適用在 10 吋以上的中大型顯示器，近年來隨著 LED 產品特性的提升，使其成為所有背光源技術中最具取代 CCFL 潛力的候選人。

(二)車用 LED

汽車照明是以駕駛及安全需求為主要考量，基本上可分為車外光源與車內光源兩大部份。車內光源是汽車內部照明或儀表等電裝產品的背光源；車外照明系統則是一般俗稱的車燈，是車輛行駛時不可缺少的工具。

(三)低溫照明產業

2007 年美國知名零售大廠 Wal-Mart，在北美五百多家店所使用的冷凍櫃，全面導入 GEIcore.LLC 所開發的 LED 低溫照明系統，預估每年可節省超過 260 萬美元的電費支出，同時可減少 3500 萬磅的二氧化碳排放量。

(四)一般照明市場

早年 LED 的應用僅在於指示燈或一些特殊用途，如軍事、工業照明等，但在過去三、四年間，隨著製造成本持續降低，以及發光效率和亮度不斷提升，使得 LED 逐漸導入全球每年逾七百億美元的一般照明市場。

(五)LED 路燈

由於 LED 的技術持續推進，以及 LED 應用於交通號誌燈所產生節能效果的成功經驗，自 2003 年起，包括荷蘭、英國、加拿大、美國、中國等地都開始推展 LED 路燈示範計劃，而且到 2007 年以後規模更為龐大，涵蓋國家或地區更為廣泛。



第三章 文獻探討

本章主要在探討與本研究有關的文獻，並彙整相關研究理論與研究成果，以作為本研究之參考；分別就 LED 產業經營績效、研發績效、研發產出與專利權遞延效果，以及兩階段 DEA 效率評估等相關文獻進行探討。

第一節 運用 DEA 評估 LED 產業經營效率之文獻

關於運用 DEA 評估效率的文獻眾多且應用產業廣泛，從最初的公家機關到現下的高科技產業都有涉略，本節僅介紹運用 DEA 探討 LED 產業經營效率之文獻。

鄭東杰（2002），藉由 LED 產業上中游廠商經營績效分析，探討廠商如何在產業強力競爭之環境下，依靠關鍵因素來建立優勢。歸納結論如下：1. 廠商的規模效率是發光二極體產業生產力及效率表現的關鍵因素之一，因此對於國內的廠商而言，適時的擴充產能與規模將會是一項重要的成功因素。2. 廠商的技術變動也是影響績效的關鍵因素，建議廠商除了積極研發新的技術之外更應對各項已存在專利提出迴避設計和新設計，以強化專利佈局；可考慮與美、日大廠策略聯盟，採合作研究或交互授權的方式，以突破專利的障礙。3. 高科技產業的研發能力與管理對於生產力有正面的影響；對於一個高科技產業而言，如果不持續的研發就會被市場所淘汰，因此如何延攬與培育優秀的技術與管理人才來成立一個優秀的經營團隊將會是一項影響經營績效重要的因素。

簡尚煉（2006），以資料包絡分析法來評估國內上市櫃共 9 家 LED 下游廠商 2004~2006 年的經營效率，比對生產效率與企業獲利力的相關程度，分析影響獲利力的因素。研究結果發現 9 家 LED 下游廠商依超級效率多階排序模型排名與依股東權益報酬率排名，以 Spearman 檢定兩組次序的等級相關係數在 2004~2006 年都為互不相關；即生產效率與企業獲利力互不相關，生產效率較佳的 LED 下游廠商，不見得獲利力也比較好，對 LED 下游廠商而言，影響獲利力的首要因素並不是生產效率。

鄭礎新 (2006)，採用資料包絡分析法與 Malmquist 生產力指數，針對國內 21 家發光二極體廠商，探討發光二極體產業之匯兌損益對經營效率與生產力變動進行客觀的評估。實證結果：1. 對於 Malmquist 生產力指數 < 1 廠商，則必須重新檢視其管理之決策模式，以提昇其生產力，進而培養未來發展之潛力。2. 針對以 Pearson 相關係數檢定國內發光二極體廠商於 2003~2006 年度有無考慮匯兌損益之經營效率，發現其數值排序均呈顯著差異，代表匯兌損益對經營效率產生影響。3. Pearson 相關係數之相關性亦逐年提高，代表匯兌損益與經營效率之連動性增強。

游秋婷 (2007)，運用資料包絡分析法針對台灣發光二極體產業進行廠商整合分析，驗證分析結果與實際情況是否吻合，以及未來是否需要進一步整合來促使產業整體績效再向上提升。總結與推論為：1. 根據整體效率，五合一整合後的發光二極體產業仍有其整合的空間。2. 資料包絡分析法的評估結果與整併的實際狀況（新品電集團五合一）吻合。3. 可運用資料包絡分析法協助產業作購併整合的事前規劃。4. 根據整體效率建議發光二極體產業的最佳整合為整合成 7 家，此時產業的平均經營效率也可從 0.864 提升至 1。5. 在整合購併時，效率前緣的廠商較具競爭力。

曾啟明 (2008)，運用資料包絡分析法之 CCR、BCC 模式，來分析台灣地區 16 家 LED 廠商之經營績效，再利用迴歸模型以探討影響廠商經營效率之因素。實證結果顯示，就效率而言，技術效率值愈高，表示其對於投入要素愈能有效運用，可以達到產出最大化的目標，就效率變動而言，2005~2007 年生產力有成長的家數為 12 家，下滑的家數有 4 家。另外顯示台灣地區 LED 產業經營績效效益不佳之原因，上游廠商除為規模效率，技術效率亦為重要之因素，下游廠商則以技術效率最為顯著，顯示廠商對各資源調整規劃是有一定成效，亦需積極投入經費，提昇技術效率，擴大經營規模，及調整投入因素，增加產出效能。

陳彥彰 (2008)，藉由資料包絡分析法來探討台灣 LED 上中游廠商與下游廠商，在金融風暴前後風險使用效率排序的變動，並觀察何者整體的風險使用效率較佳並找出較佳的原因又為何。實證結果顯示如下：1. 經由資料包絡分析法得知，在金融風暴前後 LED 下游廠商之效率均優於上中游廠商，其主要原因為下游廠商的純技術效率較上中游廠商佳。2. LED 上中游廠商相對於下游廠商而言，風險的使用效率較差；LED 下游廠商相對於上中游廠商而言，風險使用效率較佳。3. 上中游廠商中光磊與鼎元這兩家廠商，與下游廠商中佰鴻與李洲這兩家廠商，在金融風暴前後均有效率，亦代表對風險的使用效率較佳，可為其他廠商的學習對象。4. 經由差額變數分析得知，在金融風暴後整體上中游廠商在負債使用過度，整體下游廠商則必須提升固定資產的使用效率。5. 經由 Malmquist 生產力指數分析得知，上中游廠商與下游廠商在金融風暴期間，兩者廠商整體平均生產力均呈現衰退，主因均來自於規模效率變動率的衰退，顯示上中游廠商與下游廠商在面對金融風暴時，均對規模調適來不及反應，以至於越來越偏離固定規模報酬。

第二節 運用 DEA 評估研發效率之文獻

針對研發活動運用 DEA 評估效率的文獻不多，以半導體與面板等高科技產業的探討為主，本節僅舉數篇研究性質較為相近的文獻加以介紹。

簡菁凡 (2005)，探討台灣半導體產業的整體經營效率，並歸納篩選出六個衡量指標，用以評估國內半導體產業廠商之創新研發績效。其衡量指標分為三個投入變數（員工人數、公司資產總額與研發費用），及三個產出變數（ROA、EPS 與專利數），並採用 2002~2005 年 42 家半導體廠商之年報資料，運用資料包絡分析法評估其創新研發績效。其中藉由 DEA 中的 CCR 模式求得 42 家廠商之整體相對效率值，再透過 BCC 模式求得純粹技術效率值及規模效率值；並運用差額變數分析瞭解目前資源使用狀況及找出可以改善之方向與大小。此外運用 DEA 中之 Malmquist 生產力分析半導體廠商跨年度之效率變動問題。

楊美蘭 (2005)，為第一篇針對台灣 IC 設計業的研發活動進行效率分析的論文。使用兩階段資料包絡分析法探討研發投入的運用效率。第一階段使用投入導向 DEA-CCR 與 DEA-BCC 模式評估 2000~2002 年台灣上市櫃 IC 設計業者運用研發資源能力所得出的研發效率值並作差額變數分析，第二階段採用 Tobit 迴歸分析尋找可能影響研發效率的影響因子。實證結果發現，聯發科是連續三年被評估相對整體效率為 1 的廠商，威盛與立錡為表現其次的廠商。就整體產業而言，三年的研發效率呈現低效率狀況，表示其研發資源有嚴重浪費與錯置的情形。效率分析中可看出研發資本對加權研發人力比值相對高的廠商，相對整體效率值呈現逐年負向趨勢。經過 Tobit 迴歸參數推估檢定六大假說，人力素質、每人年約收入及研發人力密集度都與研發效率成正向關係。而員工平均年資與研發效率值呈現負向關係。為第一線晶圓代工廠（聯電或台積電）轉投資的 IC 設計公司，研發效率並不因此網絡關係而有所影響。公司規模大小也不影響研發效率的表現。

謝榮明 (2005)，採取二階段的方法來對大型 TFT-LCD 產業進行分析，研究期間為 2001~2003 年，第一階段採用資料包絡分析法，第二階段以 Tobit 回歸分析找出可能影響研發活動的影響因子。實驗結果發現友達的整體效率、研發績效、規模效率皆為 1 為最有效率的廠商，廣輝在技術效率是相當好且穩定的公司，而在營收表現也逐年進步；瀚宇彩晶在整體效率、技術效率、及規模效率是逐年下滑的，而營收表現也不佳；華映則是整體效率、技術效率逐年改善。研究也發現公司規模、技術移轉費用的多寡並不影響研發效率，因此並不是買技術就可提昇研發能力，最根本還是要從資源妥善運用及管理。

蔡欣昌 (2006)，研究對象為台灣上市櫃之 LED 廠商，研究期間為 2003~2006 年，並利用多目標資料包絡分析法、差額變數分析及 Malmquist 生產力指數評估各年度研發績效與跨期效率變動情形。結果發現結合多目標於傳統 DEA 中可提高效率評估之鑑別度，其中宏齊與光鼎的四年平均整體效率最好，而最差的則是全新；晶電及宏齊的四年平均技術效率最好，最差的則是全新。對於相對無效率之廠商，則透過差額變數分析提出如何改善之方向與幅度。Malmquist 生產力指數則可以衡量跨期效率變動情形，光磊與億光在四年中的進步最快速且目前研發績效良好；而泰谷則是進步最緩慢且目前效率最差的廠商。

張雅蘋 (2006)，以文獻回顧整理方式作為衡量創新構面之基準，採用多目標線性資料包絡分析法以探討並具體衡量我國上市櫃之 TFT-LCD 產業之創新績效。研究以該產業創新資源之投入及產出效率為數據，利用敏感度、差額變數分析找出其最具影響之關鍵因素，作為該產業具體衡量創新力的參考。

臧友文 (2007)，探討 1999~2005 年台灣 IC 設計產業之研發效率分析。採兩階段資料包絡分析法：第一階段以保證區域資料包絡分析法衡量績效，第二階段採資料切齊的 Tobit 迴歸模型探討影響研發效率值的效率因子。結果發現：1. 只考量專利數量與納入專利品質考量下之統計檢定結果，雖沒有顯著的差異，但對少數廠商的研發效率值與排名確實有變動，納入專利品質考量，可以掌握更多

研究發展資訊，了解廠商專利真正的價值。2. 專利被引證次數與研發效率值呈現顯著正相關。3. Tobit 迴歸實證結果顯示：研發效率與公司規模無顯著關係；研發效率與研發人力密集度無顯著相關；研發效率與研究發展費用率呈負向關係；研發人員年約收入對研發效率無顯著影響；外來知識流量占自有知識存量比例會正向影響研發效率表現。

李家豪(2008)，經由資料包絡分析法分析我國 IC 設計產業之專利研發績效，分析結果顯示：1. 就效率分析而言，在 2005 年「強勢效率單位」原有 7 間廠商，在 2006 年增加了聯笙電子，變為 8 間，而雖然「邊緣非效率單位」從 4 個單位增加為 6 個單位，但其效率值仍屬於增加的狀況，「明顯非效率單位」從 5 個單位減少為 3 個單位，所以整體而言 IC 設計產業近兩年在專利研發效率上屬於穩定成長的狀況。2. 就差額變數分析而言，在 2005 年大部份廠商在三個投入項都有過當的情況，但在 2006 年則有逐漸改善之情形，僅有 1 間廠商在投入項上有持續過當的趨勢。3. 就敏感度分析而言，在 2005 年以大專人數對整體產業影響最大，有 9 間廠商效率值有受到影響，其中有 4 間從有效率變為無效率，而在 2006 年則以博士人數對整體產業效率值影響最大，共有 6 間廠商之效率值受到影響，其中有 2 間從有效率變為無效率。

第三節 研發產出的專利權遞延效果之文獻

不同產業其研發產出的專利權遞延效果之時間長短不同，LED 產業屬於電子製造業，因此在本節文獻所提及的幾種產業中，本研究將以電子製造業為依據。

林威伸（1997），分別由整體製造業、電子業、非電子業之製造業三方面來探討其研究發展費用與發明專利權數、創新專利權數、專利權總數三者間之遞延效應。實證結果發現：1. 我國整體製造業之研究發展費用與發明專利權間為同期之關係，並無遞延效果存在。2. 電子業除了 1992 年之外，研究發展費用與發明專利權間大致上呈當期之關係，並無遞延效果存在；1991 年之創新專利權與專利權總數則與當期之研究發展費用間存有遞延一年之效果。3. 非電子業之製造業除了 1997 年之外，研究發展費用與發明專利權間大致上呈當期之關係，並無遞延效果存在；1992 年之創新專利權與專利權總數則與當期之研究發展費用間存有遞延一年之效果。

湯珮妤（1999），利用自我相關、多項式落後分配及向量迴歸模型檢視專利權、研發支出和企業績效間的遞延關係，進而分析不同企業類型間是否存在不同的效果。研究結果發現：1. 各個年度企業擁有的專利權數間和研發投入間具關聯性。2. 研究發展費用支出在投入當年即反應在專利權數上。若以專利權來判斷企業的研發成效，則研發成效依產業而異，以電子製造業的投入一產出成效最佳。過去研發投入對當期電子製造業的專利權數影響也最大。3. 研發支出可使企業績效提高。4. 專利權成效確實有遞延效果之存在，依產業別而使遞延期間不同；若當年增加 1 件專利權數，可使電子製造業 2 年後的資產報酬率上升約 3.56%；以整體製造業來看，遞延效果較長。

黃文英（2000），選取 2000 年 12 月 31 日前國內上市櫃之資訊軟體業為研究對象，並以 1999~2000 年度為研究期間，探討資訊軟體業之專利權核准數對其企業價值（以市場價值衡量）之影響，獲致之主要結論如下：1. 整體資訊軟體業之專利權核准數與其市場價值間有遞延關係，遞延效應為 1 年。2. 資訊軟體業中之

純軟體業（提供軟體產品、軟體專案及軟體服務之企業）的專利權核准數與其市場價值間有遞延關係，遞延效應為 1 年。3. 資訊軟體業中之硬體加值軟體業的專利權核准數與其市場價值間有遞延關係，1999 年的實證顯示遞延效應為 1 年，2000 年的實證顯示遞延效應為 2 年，顯示其具短期之遞延關係。

李主平（2004），探討專利權與公司獲利能力之間的關係，透過資源基礎理論、製藥業特性及相關文獻之探討，推論出專利質量對公司獲利能力之影響可能遞延八年。以多元迴歸方法，就專利質量資料與公司獲利能力資料進行九個年度的實證分析，並就此九個年度的迴歸模型進行顯著性檢定及相關性比較，發現專利質量與公司獲利能力中的股東權益報酬率及每股盈餘有顯著的關聯性，且從相關程度的分布中發現，專利質量分別與股東權益報酬率具有 4 年的遞延時間效果，與每股盈餘則有 5 年的遞延時間效果，得出製藥業確實比其他產業的遞延時間長。

吳佳瑋（2005），探討台灣電子業上市櫃公司其研發投入、產出數量與品質對於企業經營績效的遞延效果。研究結果發現，研發投入之效益於未來第三年實現。研發產出數量對於經營績效並未呈現顯著的相關；而研發產出品質對於當年的企業經營績效即產生效益，且此效益及於未來二年。由此推論研發產出的數量雖能反映企業研發投入的成果，但唯有夠高品質的產出，才能有效提升企業的經營績效。

第四節 兩階段 DEA 效率評估之文獻

利用兩階段 DEA 方式來評估效率的國內文獻甚少，以半導體與 IC 設計產業的探討為主，本節加入國外文獻共同介紹進行分段效率評估的研究。

Joe Zhu (2000)，運用 DEA 來決定多因素財務績效的模型，並利用模型來權衡多種財務性的衡量，此研究提供具有選擇性的觀點與特質作為美國 Fortune 雜誌排名前 500 大企業的績效參考依據。研究發現，收入排名頂尖的公司不見得在獲利與市場能力的績效就比較佳；只有 3% 的公司其營運位於最佳效率的前緣上，大部份的公司顯示不只具有很嚴重的技術無效率，且在規模效率上也缺乏效率；規模報酬遞減主要發生在營收排名前端的公司；研究顯示透過減少員工、資產與權益可實際的增加收入與獲利水準。

Chien-Ta Ho, Dauw-Song Zhu (2003)，使用創新的兩階段資料包絡分析法模型來分離效率與效能進而評估 59 家台灣電子產業的公司。研究發現，在第一階段效率模型只有 9 家公司具有效率，第二階段效能模型中只有 5 家公司具有效能；無效率的公司可透過較佳的勞動力掌控與資本營運效率以提升資源的運用效率；當公司具有較佳的效率時並不代表其同時具有較佳的效能，這兩個指標並沒有明確的相關。

韓慧林 (2004)，針對台灣地區前五十大半導體廠商的經營績效，區分成獲利能力與市場能力兩個階段，使用 DEA 進行相關效率評估與分析。研究發現，部份規模較大之企業，其投入與產出比值所呈現之獲利能力或市場能力而言，與規模較小之企業相較，效益明顯不佳，但若僅以稅後營收為考量，小企業之排名必然無法與大企業相比；在確認相互評比之績效衡量指標下，可就分析得到高效外廓單元，可作為其他非落在高效外廓單元之標竿學習對象，並設定改善之目標或方向；任何企業組合或合併之課題，是否能產生一加一大於等於二之論點，影響因素涉及企業文化與管理作為等綜效，不易論斷。

郭于賢 (2005)，以 2004 年營收排名全球前十五大之 IC 設計公司作為研究對象，研究期間為 2000~2004 年。透過兩階段投入導向之 BCC 模式分析探討全球前十五大 IC 設計公司其營運效率與獲利效能之優劣。實證結果歸納如下幾點：

1. 全球前十五大 IC 設計公司獲利效能（質化指標）其表現甚差，其表現水準遠低於營運效率（量化指標）。
2. 並根據差額變數分析得知，固定資產為眾多公司於營運效率中所必須急於改善之變數，而於獲利效能方面，毛利率為眾多公司所需迫切增進之指標。
3. 敏感度的分析結果顯示營運效率上營運資金為最敏感之投入變數，獲利效能上營業淨利為最敏感之產出變數。
4. 積極進行購併之公司其整體營運效率最佳，但獲利效能為最差。
5. 就產品領域來看，以繪圖 IC 領域之 IC 設計公司其營運效率表現最佳，而 FPGA 公司表現最差；就獲利效能來看，Multi-Media Ics 領域之 IC 設計公司其獲利效率表現最佳，而繪圖 IC 領域之公司表現最差。
6. 就區域別來看，五年來台灣地區之 IC 設計公司於營運效率與獲利效能之表現上皆比美加地區公司來得佳。

黃建雄 (2007)，利用資料包絡分析法採取效率與效能模型，對台灣 28 家 IC 產業廠商進行效率分析；分析結果中，廠商在研發獲利方面普遍不理想，顯示廠商在研發過程中時常忽略市場層面因素。其次在群組分析中，環境變數在高群體中效率值表現通常優於低群體，代表員工紅利、設廠年齡與員工人數方面，數值較高者通常研發效率與獲利能力表現也較為良好。

王冰穎 (2007)，採用資料包絡分析法計算兩階段創新效率，並以 Tobit 迴歸分析法檢視公司治理機制對創新效率之影響程度。實證結果發現，股權結構中，經理人持股比例與創新階段效率為顯著正相關，董監事持股比例則與創新階段效率為顯著負相關，獲利階段效率的部分，董監事持股比例與效率呈顯著負相關，股權集中度、經理人持股比例與效率為顯著正相關，機構投資人對於此階段的效率則是呈顯著負相關；董事會特性中，董事會規模與二階段效率皆呈顯著負相關，獨立董事占董事會比例與獲利階段效率呈顯著負相關。

第五節 小結

根據以上文獻整理，本研究歸納出由過去文獻之研究方法與研究成果，所得之參考價值及與其差異之處共有以下幾點：

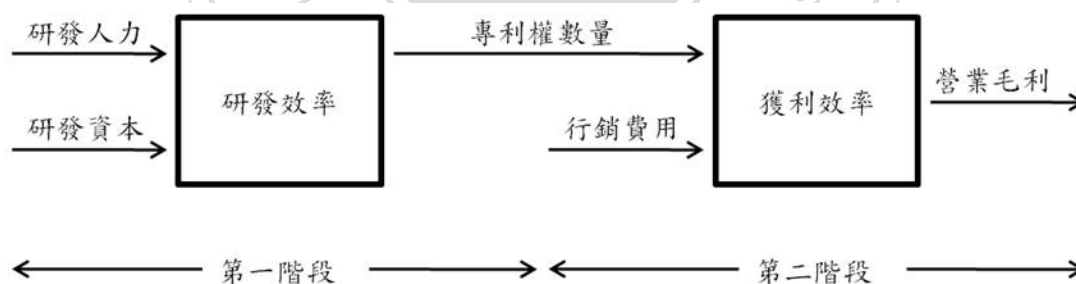
- 一、國內文獻在進行績效衡量時大多只採用一階段的DEA模式，而本研究將採用兩階段的DEA模式來評估台灣LED產業上中游廠商的研發效率與獲利效率。
- 二、國外文獻雖有兩階段甚至三階段的研究模式，卻沒有對投入與產出變數進行相關性檢定，縱使研究模式獨特但研究結果之可信度令人質疑，本研究從第一節與第二節的相關文獻探討中，界定出最適切的LED上中游產業研發效率與獲利效率之投入與產出變數，先利用Pearson相關性檢定，確認其呈現正相關後，才開始後續實證研究。
- 三、過去文獻中有以專利權數量為中介變數來探討產業內各廠商之效率與效能的關係，但其未考量到專利權數量對財務績效指標的影響不會發生於當下，本研究由第三節的相關文獻探討，得知電子產業會有約兩年的專利權遞延效果，以此將研發效率與獲利效率分段進行實證研究才是較為嚴謹的作法。
- 四、過去文獻對於負值產出變數探討甚少，且大多予以剔除改用其他變數取代，然而這些變數（如營業毛利、營業淨利、本期淨利等）對於公司經營績效之衡量為關鍵且重要的參考指標，倘若排除這些變數衡量結果可能失真，故本研究參考過去學者處理負值產出變數的文獻來支持本研究觀點，將負值調整為正值，透過嚴謹的資料處理進行後續之評估研究。
- 五、過去文獻探討研發效率的影響因子包括專利累積存量、專利變化數量、研發人員年收、研發人力密度、研發支出強度與自主/技轉費用；而獲利效率的影響因子除了員工教育程度、員工平均年收、員工平均年資與公司規模之外，大多為一些財務比率的數字。本研究以各公司從初創至今所累積的實力及管理階層未來能夠針對改善的項目去篩選投入與產出變數，實際選定的變數將於後面章節再做詳細說明。

第四章 研究方法

本章將說明研究方法，於第一節中介紹本研究的研究架構及研究流程，第二節介紹 DEA 理論模型及其投入產出變數的選取，第三節則是研究假說，第四節介紹 Tobit 迴歸模型及其效率影響因子的界定，第五節為模型的資料說明及樣本描述，最後於第六節中敘述研究限制。

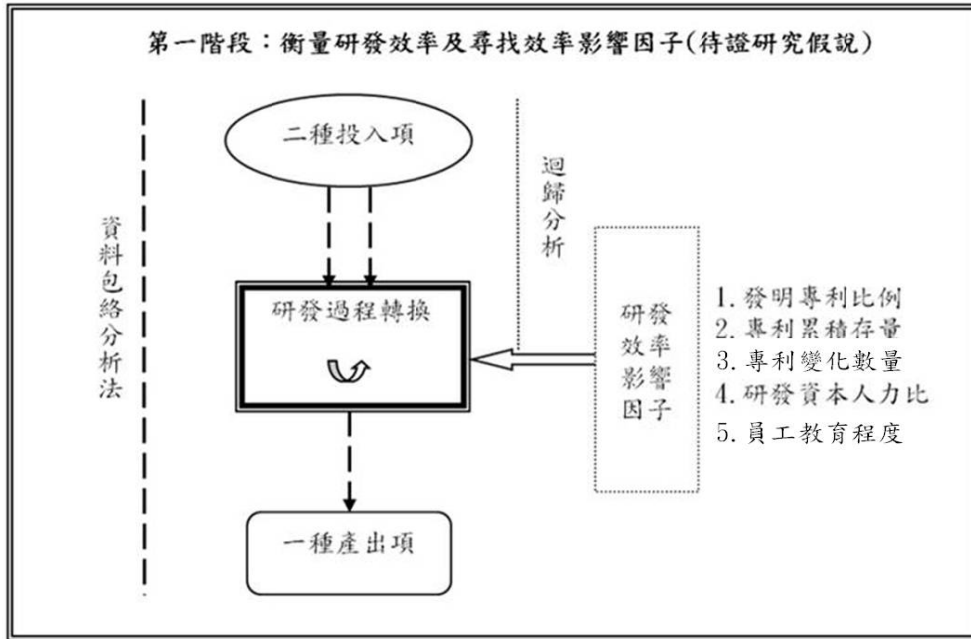
第一節 研究架構

本研究針對台灣 LED 產業上中游廠商的研發活動及營運活動，採用兩階段 DEA 進行效率評估，整體研究架構如圖 4-1。第一階段評估 2004~2006 年這些廠商運用研發資源的能力而得出研發效率值，再利用迴歸分析去尋找可能影響研發效率的因子來驗證假設；第二階段評估 2006~2008 年這些廠商運用營運資源的能力而得出獲利效率值，再利用迴歸分析去尋找可能影響獲利效率的因子來驗證假設；最後藉由相關性分析試圖找出研發效率與獲利效率之間的關聯性。分段研究架構如圖 4-2、圖 4-3。



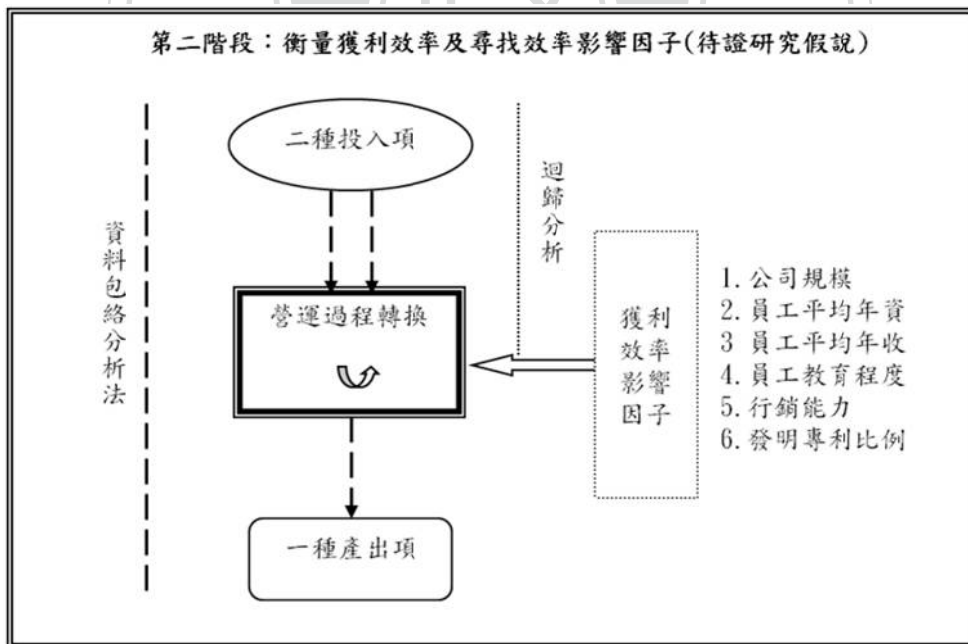
資料來源：本研究整理

圖 4-1 台灣 LED 產業上中游廠商兩階段 DEA 效率評估之研究架構



資料來源：修改自許牧彥、楊美蘭－台灣 IC 設計業研發效率與影響因子分析

圖 4-2 台灣 LED 產業上中游廠商研發效率之研究架構



資料來源：修改自許牧彥、楊美蘭－台灣 IC 設計業研發效率與影響因子分析

圖 4-3 台灣 LED 產業上中游廠商獲利效率之研究架構

第一階段與第二階段的研究流程完全相同，茲描述如下：

步驟一：定義並選擇進行 DEA 之 DMUs

- (1) 先找出一組具同質性的 DMUs，其主要業務相同且營業比重超過 90%。
- (2) 根據 Golany & Roll (1989) 提出的經驗法則：「DMU 之數量至少應為投入與產出項目個數總和的兩倍」
- (3) DMUs 須滿足於研究期間內數據資料齊全的條件。

步驟二：選定 DEA 之關鍵投入產出變數

- (1) 利用國內外相關研究的論文期刊與文獻報告，初步篩選欲納入模型的投入與產出變數，其必須對轉換過程的活動最具影響力。
- (2) 同向性 (Isotonicity) 假設：

James and Peggy (1989) 曾指出「投入產出變數之選取，必須以 Pearson 相關檢定，確保其具有多元共線性與因果關係。」亦即任何一項投入要素的增加並不會導致任何一項產出要素的減少。一般而言，投入變數彼此間的相關性應較弱，而與產出變數間的相關性應較強。

步驟三：選用 DEA 評估模式及分析結果

- (1) 根據研究問題選取 DEA 評估模式
- (2) 效率值分析 (Efficiency Analysis):

由 DEA 運算結果可得到 DMUs 之相對效率值，對於效率值為 1 者需進一步解釋其強度；對於效率值不為 1 者可結合 CCR 與 BCC 模式，解釋其為無效率之可能原因。

- (3) 差額變數分析 (Slack Variable Analysis):

差額變數分析可就各 DMU 的資源使用狀況，設定目標標準及了解尚有多少改善空間。

步驟四：Tobit 迴歸分析

效率評估是管理控制的手段而不是目的，因此在執行 DEA 後，尚須針對評估結果進一步解釋造成效率差異的原因。我們可藉由台灣 LED 產業上中游廠商的特性來設定本研究待證假說，再利用 Tobit 迴歸分析去驗證並找出影響效率的因子。

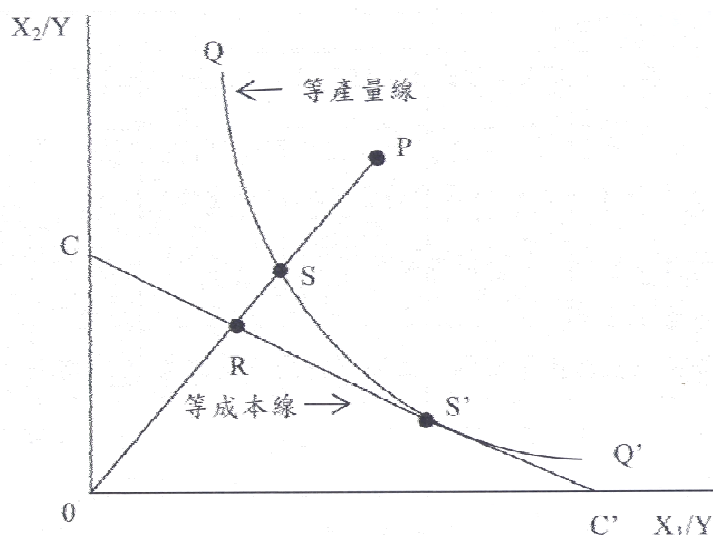
第二節 DEA 理論模型與投入產出變數

一、DEA 理論模型

Charnes, Cooper and Rhodes (1978、1979、1981) 三位學者利用 Farrell 提出的等量曲線建構數學線性規劃模式，提出一種績效評估方法可以衡量「整體效率」與「分配效率」，稱之為 CCR 模式。之後 Banker, Charnes and Coope (1980) 三位學者又提出可以衡量「技術效率」與「規模效率」之 BCC 模式。兩種模式都可分為投入導向與產出導向兩大類。茲將 Farrell 效率觀念，DEA 基本原理、CCR & BCC 之投入導向模式及規模報酬判定、DEA 應用程序、DEA 特性與限制等相關概念介紹如下：

(一) Farrell 效率觀念

Farrell (1957) 是最早探討現代效率衡量方法的學者，他援引 Debreu (1951) 與 Koopmans (1951) 的研究文獻，定義出一個簡單的效率衡量方法，可以處理多投入的情況。Farrell 認為一個決策單位的效率係由兩個部份組成，亦即 1. 技術效率 (technical efficiency)：反映出決策單位在給定投入集合下，獲得最大產出的能力，又稱為生產效率 (productive efficiency) 或技術與規模效率 (technical and scale efficiency)；以及 2. 配置效率 (allocative efficiency)：反映出在投入價格與生產技術固定下，決策單位使用最適比率投入組合的能力，亦即決策單位是否在最小成本下生產，又稱為價格效率 (price efficiency)。將這兩個效率衡量結合可得出總體經濟效率 (total economic efficiency)，又稱為整體效率 (overall efficiency)。



資料來源：吳濟華、何柏正—組織效率與生產力評估之資料包絡分析法，P. 44

圖 4-4 投入導向之技術效率與配置效率

Farrell 使用一個簡單的案例來說明他的構想，此案例係在固定規模報酬的假設下，受評決策單位使用兩項投入（ X_1 與 X_2 ）生產一項產出（ Y ），等產量線以圖 4-3 的 QQ' 表示，我們可藉由這條等產量線來衡量技術效率。今若有某一家公司 P 使用較多的投入數量組合來生產同一單位的產出，則該公司的技術無效率即可用 SP 的距離來表示，此段距離是在產出無需減少之情況下，所有投入項可以等比率縮減的數量，我們通常以比率型態表示，即 OS/OP 之比率，此比率代表為了達成技術效率的生產規模，所有投入項需要縮減的百分比，公司的技術效率（ TE ）最常使用下述比率衡量。

$$TE_i = OS/OP, \text{ 下標 } i \text{ 代表投入變數}$$

此比率等於 $1 - SP/OP$ ，這個值介於 0 與 1 之間，亦代表公司技術無效率程度的指標，此數值等於 1 時，表示公司具有完全技術效率。

假如我們可以獲得投入價格比率資料，則可以進一步計算出配置效率，茲以圖 4-3 的等成本線 CC' 的斜率表示兩項投入的價格比率，公司 P 點之配置效率（ AE ）可以下述比率加以定義。

$$AE_i = OR/OS$$

RS 距離代表的是，假如公司要在同時具有配置效率與技術效率的點 S' 下生

產，取代原先具技術效率，但配置卻無效率的 S 點，此時所造成的生產成本之減少值。

總體經濟效率 (OE) 可以下述比率加以定義。

$$OE_i = OR/OP$$

其中 RP 距離也可解釋為減少的成本，而技術效率與配置效率衡量的乘積可以得出總體經濟效率。

$$TE_i \times AE_i = (OS/OP) \times (OR/OS) = (OR/OP) = OE_i$$

綜上所述，假如一個決策單元同時具有技術效率與配置效率，我們可以說該決策單元具有總體經濟效率。未具備總體經濟效率的決策單元可以透過技術效率與配置效率的改善，提昇其整體效率。

(二) DEA 基本原理

資料包絡分析法生產力衡量係建立在柏瑞圖最適境界之效率觀念上，柏瑞圖最適境界意指無人可在不損及他人利益的情況下，而增加另一人的利益。依柏瑞圖最適境界的觀念，被衡量決策單位如達到下列情況之一時，即達到效率境界：

1. 除非增加投入資源或減少若干其它產出變數之產量，否則一產出變數之產量無法被增加。
2. 除非減少產量或增加若干其它投入變數之投入資源，否則一投入變數無法被減少。

基於柏瑞圖最適境界之效率觀念，只要求得生產邊界即可將實際生產與生產邊界比較，而求得被衡量決策單元之生產力。而 DEA 乃透過數學規劃由實際資料求算效率邊界。

DEA 是一種以 (產出/投入) 比率方式呈現的效率評估模式，和所謂的總要素生產力 (TFP) 之意義相似，唯一的差異是 TFP 通常以市場價格當作投入及產出的權重，因此其權重是固定的；而 DEA 不須預先設定生產函數，也不必人為設定權重，其投入及產出的權重的選擇係以對自己最有利為準則，因此 DEA 的權重是變動的，DEA 之投入及產出變數的權重在生產過程即是市場價格，對非市場資

源即所謂的影子價格 (shadow price)，此即為權重的真實意義。

DEA 當初被發展時的概念不同於一般計量經濟模式，DEA 數學模式係以分數規劃型式呈現，經由線性轉換過程轉變為線性規劃以求解出最適效率值之數學方法，故 DEA 所能提供的資訊包括決策單位的效率值，以及無效率決策單位應如何改進方能成為有效率決策單位的資訊，是一可有效協助管理者改進組織效率之量化方法。在下段會有更詳盡的數學說明。

(三) CCR & BCC 之投入導向模式及規模報酬判定

1. CCR 之投入導向模式

亦是整體技術效率的估計模型。首先，我們定義 N 家廠商或 DMU，個別使用 K 種投入與生產 M 種產出；而第 i 個 DMU 所對應之投入產出向量，分別以 X_i 與 Y_i 代表；所有 N 個 DMU 所對應之投入產出矩陣，分別為 $K \times N$ 與 $M \times N$ 。在固定規模報酬假設下，第 DMU i 的投入導向技術效率值 (TE)，可以透過對偶關係，以線性規劃模式表示如下：

模型一：

$$\begin{aligned} TE = \text{Min } & \theta \\ & \theta \lambda \\ \text{st } & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

模型一中， $Y\lambda \geq y_i$ 表示第 DMU i 的 y_i 產出項，恆小於或等於效率 DMU 的加權產出組合 $Y\lambda$ ；而 $\theta x_i \geq X\lambda$ 表示的 DMU i 投入項， θx_i 恆大於或等於效率 DMU 的加權投入組合 $X\lambda$ 。 θ 為第 i 家 DMU 之投入面技術效率值 (TE)，其值介於 0 與 1 之間；若 $1 = TE$ 代表 DMU 位於生產邊界上，已達技術效率；若越接近 0，則表示此 DMU 越缺乏技術效率。

2. BCC 之投入導向模式

即純技術效率與規模效率之估計模型。為了將技術效率 (TE)，拆解成純技術效率 (PE) 與規模效率 (SE)，可在模型一中加入凸性限制式 $N1'\lambda = 1$ ，而將 CRS 線性規劃問題修正為 VRS 模式，並據以計算 PE 如下：

模型二：

$$\begin{aligned} PE &= \underset{\theta \lambda}{\text{Min}} \theta \\ \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

模型二中， $1N$ 代表元素皆為1之單位向量。結合模型一之 TE 估計值與模型二之 PE 值，可依據 $TE = PE \times SE$ 關係式，據以計算第 DMU_i 單位之規模效率值。

3. 規模報酬三類型之判定模式

上述所衡量的 TE 、 PE 及 SE 值皆介於0與1之間，當等於1時即處於最適效率水準，若小於1，差距的部分極為無效率水準。其中 SE 小於1時，並無法區別出該規模無效率，究係肇因於遞增或遞減規模報酬。為了判別規模報酬之類型，我們只要加入非遞增規模報酬 ($NIRS$) 限制條件，亦即將模型二限制條件中 $N1'\lambda = 1$ 改為 $N1'\lambda \leq 1$ ，重新求解下述線性規劃問題：

模型三：

$$\begin{aligned} TE^N &= \underset{\theta \lambda}{\text{Min}} \theta \\ \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1'\lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

由上式即可解出每一 DMU_i 非遞增規模報酬之純技術效率 (以 PE^N 表示)，將模型一之 TE 、模型二之 PE 與模型三之 PE^N 進行比較，可據以判定第 DMU_i 之規模報酬類型如下：(1) 若 $PE = TE$ ，則生產函數屬於固定規模報酬 (Constant

Returns to Scale, CRS) 類型；(2) $PE = PE^N$ 為遞減規模報酬 (Decreasing Returns to Scale, DRS) 類型；(3) $PE \neq PE^N$ 為遞增規模報酬 (Increasing Returns to Scale, IRS) 類型。

(四) DEA 應用程序

Golany and Roll (1989) 曾提出一個系統化資料包絡分析法應用程序的整體性架構，如圖 4-4，先簡述如下：

1. 定義並選擇進行 DEA 之 DMUs

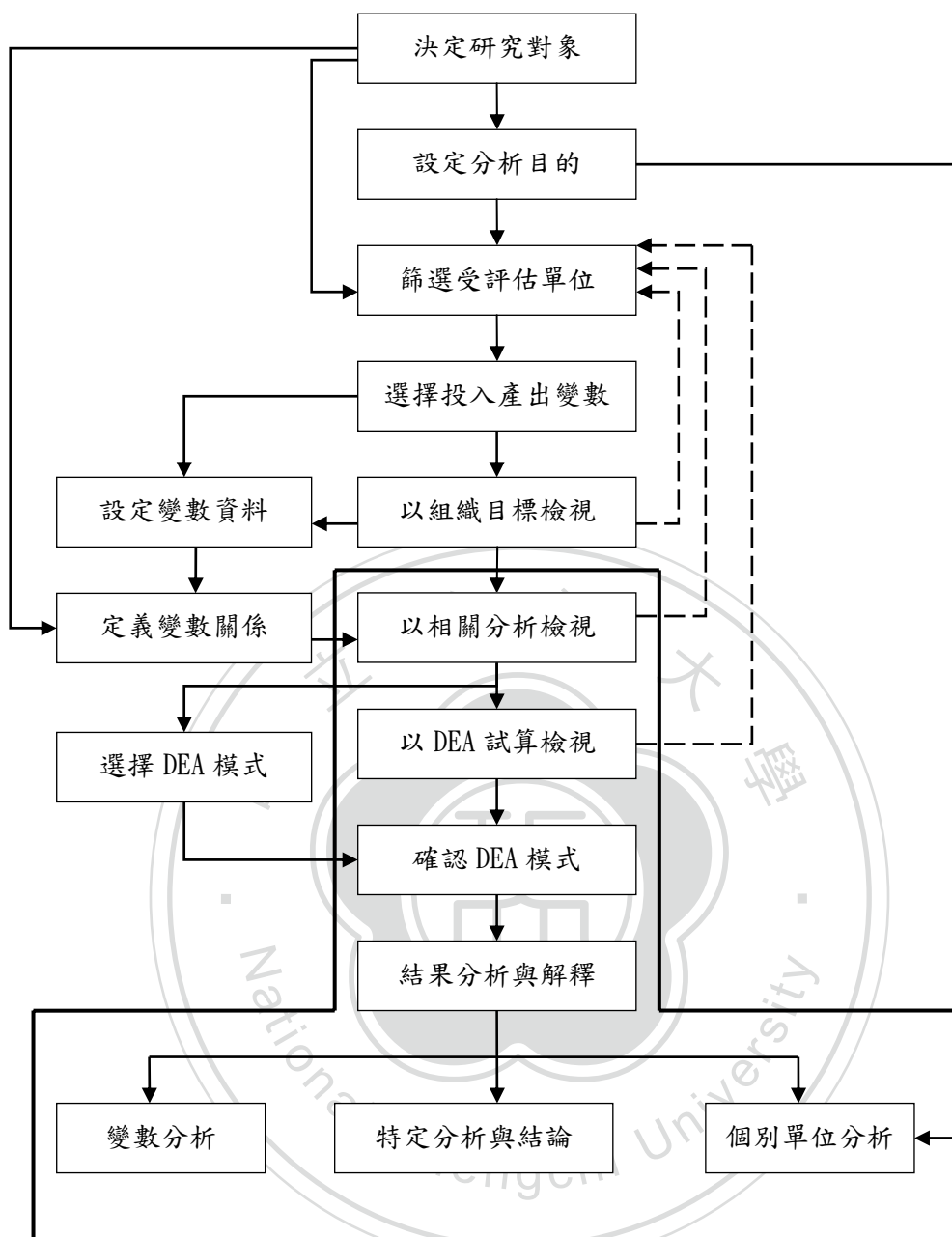
- 各 DMU 之營運目標與業務性質相似，即具有同質性。
- 各 DMU 之經營環境條件與投入產出變數相似。
- DMUs 之數量至少應為投入與產出變數總和的兩倍。

2. 選定 DEA 之關鍵投入產出變數

- 參考相關文獻探討
- 依照組織管理目標
- 滿足同向性假設

3. 選擇 DEA 評估模式及分析結果

- 效率值分析：了解造成某些無效率 DMUs 之原因何在。
- 參考群體分析：分析各無效率 DMU 經營時該效法之其他受評單位。
- 差額變數分析：顯示無效率 DMUs 應該減少多少投入及增加多少產出。
- 敏感度分析：分析增加或減少投入或產出變數對各 DMU 效率之影響。



資料來源：薄喬萍－績效評估之資料包絡分析法，P.156

圖 4-5 DEA 應用程序圖

(五) DEA 特性

1. 可同時處理多項投入與產出變數之評估。
2. 資料包絡是指各受評單位所構成之效率前緣，按照此法所求得之效率值，是一種綜合加權指標，與一般統計學所求得之平均數意義不同。

3. 應用資料包絡分析法，可以了解該受評單位資源使用狀況，以及產出之情形，據此可以作為管理上之依據。
4. 資料包絡分析法之結果，係由線性規劃計算得出，不易受到主觀性的干擾。
5. 由各受評單位最佳之加權組合，形成生產效率前緣，不須事前預知生產函數。
6. 不必事先預設投入與產出各變數之權數，不致受到主觀性的影響，分析結果可保持公正、客觀。
7. 對於某些不可控制因素，也能經過適當地調整，而得出分析結果。
8. 必要時可能會有一些主觀性的判斷，譬如，保證範圍之上、下限之設定，以及 BCG 矩陣圖之區域分隔等，都免不了有些主觀上的認定。
9. 相對有效率之受評單位，其投入與產出之加權比值為 1。
10. 也可以處理一些類別變數問題，檢定兩群體效率值之差異。

(六) DEA 限制

1. 投入與產出變數的數據資料要非常明確，因此，不適於類目變數或是虛假變數，否則評估的結果將有偏差。
2. 各受評單位之間的同質性要很高，不同環境、不同規模，甚至不同背景之各單位，不宜相互評量，否則評估效果不佳。
3. 資料包絡分析法所評估出的結果，是各單位之間的相對效率，並非絕對效率，因此，不宜將所評估的相對效率作為絕對效率值使用。
4. 受評單位之個數，至少為投入與產出變數數目之兩倍，否則不能有效地區別真正有效率的單位。
5. 對於資料數據極為敏感，因此，所欲評估的資料應求正確無誤。
6. 以資料包絡分析法計算受評單位之相對效率時，需要建立並求解一個線性規劃模式，因此投入與產出變數亦須符合線性規模之基本要求。

二、投入產出變數

在利用 DEA 評估決策單位的資源配置效率時，最重要的步驟就是決定悠關且適切的投入與產出變數，選用不同的投入與產出對於欲探討的研究議題會有不同的分析結果。因此，本研究基於第三章所整理的過去文獻回顧與探討，並以各公司管理階層當年度能夠直接或間接調整的為主，界定歸納出關鍵的投入與產出變數。其中，研發效率的投入變數有研發人力 (RL)、研發資本 (RK)，產出變數為兩年間申請核准的平均專利權數量；而獲利效率的投入變數有三年間累積加權平均的專利權數量、行銷費用，產出變數為營業毛利。本研究設定研發效率的研究期間為 2004~2006 共三年，獲利效率的研究期間為 2006~2008 共三年，受評估廠商有九家，每一年度每一企業為一個 DMU，投入與產出總數各有三個。以下針對衡量各廠商效率所採取的投入與產出變數作一詳細說明：

(一) 研發效率之投入項變數：

1. 研發人力 (RL)

研發活動最根本的要素就是研發人員，根據相關文獻，一般評估研發效率大多使用研發費用與研發人員為投入變數，但是研發費用中的研發薪資與研發人員相關性較高，會有重覆納入模型投入變數的疑慮，且會因為各受評單位研發費用中的研發資本與研發薪資之比例有所不同而混淆投入的多寡，所以改用研發資本與研發人員為投入變數。由於各廠商年報上技術人員分類的名稱與種類不一，無法判定為同一型態的員工，基於研發人員一般需要較高學歷的考量，我們改以博碩士員工數來代替，而研發薪資與博碩士員工數仍有高度相關性，所以同樣選擇研發資本與博碩士員工數為投入變數。

2. 研發資本 (RK)

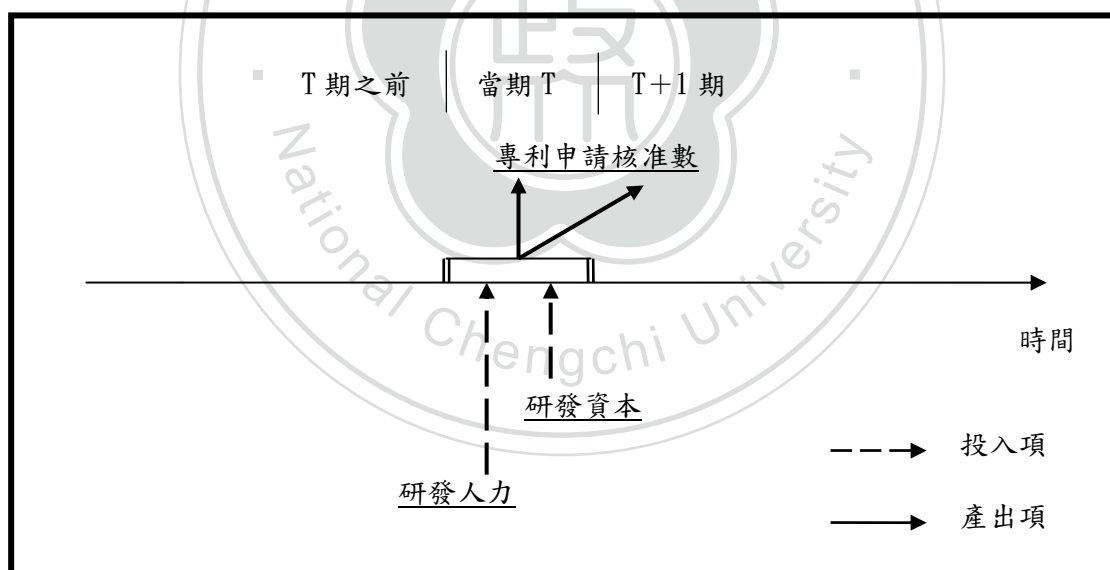
本研究將研發活動視為一個生產知識的過程，利用經濟學定義的成本函數為 $TC = wL + rK$ ，(主要投入 L : Labor、K : Capital)，藉此生產成本的定義轉換成研發成本的概念為： RC (研發費用) = wRL (研發人員薪資) + rRK (研發設備、軟體等的使用成本)，可得出 $RK = (RC - wRL) / r$ ，其中 r 採用當年本國銀行借

款利率，代表使用這些資本設備的機會成本。

(二) 研發效率之產出項變數：

1. 兩年間申請核准的平均專利權數量

Criliches (1984) 將專利權核准數量視為研發產出績效，而後許多學者也利用專利權數量當成研發成果作進一步研發績效評估。而專利從提出申請至核准公告大約相差一年半至二年，且當年度的研發投入會對當年度及次年度的研發產出有貢獻，所以要針對當年度的研發效率進行評估，應採用當年度及次年度提出申請且已通過核准公告的平均專利權數量作為研發產出指標較有價值；若某廠商兩年度的專利權數量均為零，表示其相當不重視研發，可視之為極端值予以剔除。本研究與專利權數量相關之各項變數，均以台灣經濟部智慧財產局專利資料庫所公佈的為主。



資料來源：修改自許牧彥、謝榮明－台灣 TFT-LCD 大尺寸液晶面板廠商研發效率與影響因子分析

圖 4-6 評估 T 期研發效率之投入與產出變數示意圖

表 4-1 評估 T 期研發效率之投入與產出變數定義表

變數	定義	單位
投入項		
研發資本	(研發費用-研發薪資)/當年本國銀行借款利率	新台幣仟元
研發人力	廠商年報公告的博碩士員工數	人
產出項		
專利申請核准數	T 期與 (T+1) 期的申請核准平均專利權數量	件

資料來源：本研究整理

(三) 獲利效率之產出項變數：

1. 營業毛利

依照上述對研發效率的界定，研發的成果是專利權數量，但專利權數量不足以代表研發的價值，其可能並未如預期般為公司帶來獲利，因此還需要考量到專利權品質。每件專利權所對應的產品與市場規模不盡相同，在探討專利權品質時應納入市場對研發創新產品的反應，最直接的即是公司財務績效的表現。本研究採用營業毛利來衡量專利權品質而非營業收入或營業淨利，我們視廠商投入的研發費用為一沉沒成本，營業毛利才是研發所能帶來的附加價值總額，若用營業淨利會將公司其他的營業管銷費用納入考慮，導致偏離研究問題的核心。

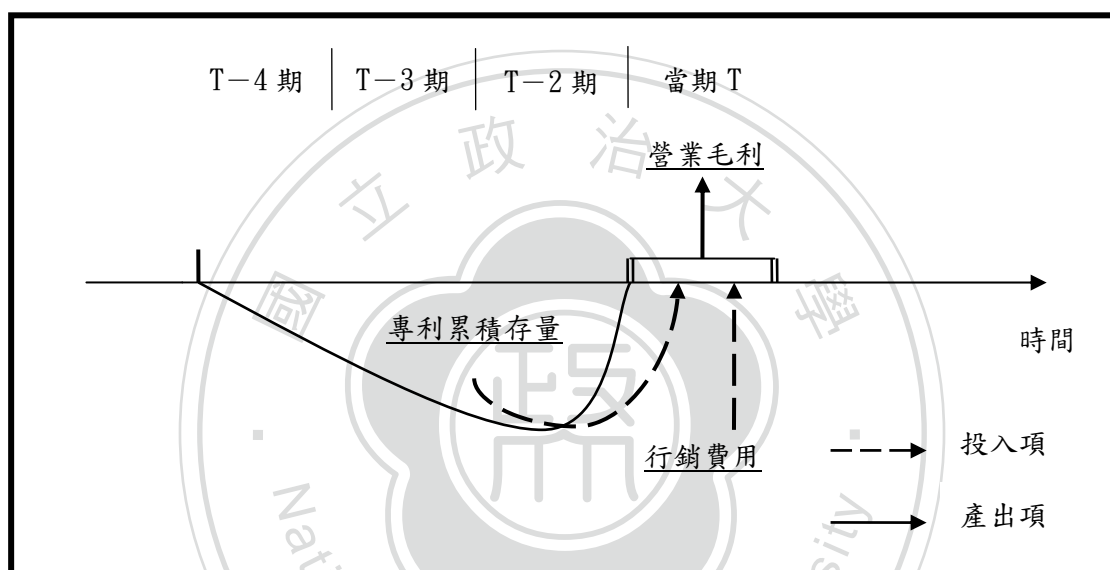
(四) 獲利效率之投入項變數：

1. 三年間累積加權平均的專利權數量

根據第三章第三節的相關文獻，當年度專利權對財務績效表現有兩年的遞延效果，而近期的專利累積存量也有部份影響，所以我們選擇當年度及其前兩個年度共三年間的累積加權平均專利權數量為投入變數。在權數設定方面，由於當年度專利權影響最大給予權數 1，前一年度影響次之給予權數 2/3，前兩年度影響最小給予權數 1/3。由於太過久遠的專利權技術對現今的財務績效表現貢獻甚小，所以我們只選擇近期的三個年度來探討。

2. 行銷費用

本研究將影響財務績效表現的因素分為技術面(研發產出的專利權)與市場面(行銷費用)二種,行銷費用又稱為銷售費用或推銷費用,凡行銷部門因業務上需要而發生的各項費用均屬之。若單以技術面貢獻當作財務績效表現的主要來源似乎過於狹隘,市場面囊括了廣告、差旅、印刷、貨運、交際等行銷相關費用與行銷人員薪資,公司可藉此提升財務績效表現,因此也將其納入投入變數中。



資料來源：修改自許牧彥、謝榮明－台灣 TFT-LCD 大尺寸液晶面板廠商研發效率與影響因子分析

圖 4-7 評估 T 期獲利效率之投入與產出變數示意圖

表 4-2 評估 T 期獲利效率之投入與產出變數定義表

變數	定義	單位
投入項		
專利累積存量	(T-2) 期至 (T-4) 期的累積加權平均專利權數量	件
行銷費用	廠商年報公告的行銷費用	新台幣仟元
產出項		
營業毛利	(營業收入－營業成本)	新台幣仟元

資料來源：本研究整理

三、資料來源

關於 DEA 之投入與產出變數的資料來源與樣本期間整理如表 4-3。

表 4-3 投入與產出變數的資料來源與樣本期間

變數	資料來源	樣本期間
研發資本	各公司年報與財務報告書	2004-2006 年
研發人力	各公司年報	2004-2006 年
專利申請核准數	台灣經濟部智慧財產局專利資料庫	2004-2009 年
專利累積存量	台灣經濟部智慧財產局專利資料庫	2002-2008 年
行銷費用	各公司年報	2006-2008 年
營業毛利	各公司年報	2006-2008 年

資料來源：本研究整理

四、分析軟體

本研究選用 DEAP 2.1 軟體來執行 DEA 運算，依功能與特性概分為投入或產出導向的 CCR 及 BCC 效率評估模式，以及成本 DEA、Malmquist DEA 等。投入與產出導向的 CCR 及 BCC 效率評估模式可以計算出整體效率、技術效率與規模效率。軟體除可估算包括整體、技術、規模與配置效率外，還可進行差額變數分析、敏感性分析、參考群體與效率改善等多項評估方法。

第三節 研究假說

由 DEAP 2.1 軟體所求得之效率值，僅能知道在某固定投入與產出變數的限制下，各 DMU 的相對效率表現，而無從得知其效率影響因子。因此，藉由相關文獻探討及本研究歸納之台灣 LED 產業上中游廠商的特性，針對研究問題設定待證假說，並利用迴歸分析驗證其正確性。本研究於研發效率與獲利效率的探討上共有十一個研究假說，茲分述如下：

一、研發效率之研究假說

(一) 發明專利比例

發明專利是指利用自然法則之技術思想的創作，所以發明專利數較多的公司，代表其技術層面也較高。有些公司總專利數少發明專利數相對多，有些公司總專利數多發明專利數相對少，如此不同型態的公司其研發效率是否有差異，此為本研究第一個待證假說。

待證假說一：

H_0^1 ：發明專利比例不同不影響研發效率

H_1^1 ：發明專利比例不同會影響研發效率

(二) 專利累積存量

專利累積存量可能代表公司對某特定領域的深耕程度，深耕程度愈重表示知識技術與研發能量累積愈多，但也愈可能造成探索鑽研其它新興領域的限制，導致研發效率降低。所以專利累積存量是否會影響研發能力，此為本研究第二個待證假說。

待證假說二：

H_0^2 ：專利累積存量不同不影響研發效率

H_1^2 ：專利累積存量不同會影響研發效率

(三) 專利變化數量

專利變化數量代表公司專利權數量的成長，由於 LED 上中游產業的技術日新月異，有些公司專利權年年維持穩定數量，有些連年成長或逐年下滑，也有些呈現不規則的變動，這些擁有不同技術變遷能力的公司其研發效率是否有差異，此為本研究第三個待證假說。

待證假說三：

H_0^3 ：專利變化數量不同不影響研發效率

H_1^3 ：專利變化數量不同會影響研發效率

(四) 研發資本人力比

研發資本人力比代表每一位研發人員平均負責的研發資本，由於 LED 產業上中游的磊晶成長及晶粒製作，其技術須仰賴高單價的新穎機器設備，而研發人員可藉由調整設定這些機器設備的參數，培育出屬於公司的核心研發能力。所以研發資本人力比是否會影響研發效率，此為本研究第四個待證假說。

待證假說四：

H_0^4 ：研發資本人力比不同不影響研發效率

H_1^4 ：研發資本人力比不同會影響研發效率

(五) 員工教育程度

研發工作屬於高知識密集的活動，需要高素質人力的參與。本研究以員工所受教育的學歷高低，即知識累積的時間長短，當作是否為高素質人力的依據。所以各公司在人力結構分佈上的學歷分佈比率是否會影響研發效率，此為本研究第五個待證假說。

待證假說五：

H_0^5 ：員工教育程度不同不影響研發效率

H_1^5 ：員工教育程度不同會影響研發效率

二、獲利效率之研究假說

(六) 公司規模

近幾年台灣 LED 產業上中游廠商積極進行合併的動作，有能力購併的公司其員工人數上看數千人，沒能力也沒機會被併購的公司其員工人數少至數百人。雖然此產業有大者恆大規模經濟的趨勢，但是否會發生資源排擠造成獲利效率降低，亦或是加乘綜效導致獲利效率增加，此為本研究第六個待證假說。

待證假說六：

H_0^6 ：公司規模(員工人數)不影響獲利效率

H_1^6 ：公司規模(員工人數)會影響獲利效率

(七) 員工平均年資

員工平均年資愈高，代表企業內部的人力經驗累積愈多，但也可能因為員工長時間從事某些特定工作，對朝向多元化的產品技術發展有所限制，導致獲利效率降低。所以員工平均年資是否會影響獲利效率，此為本研究第七個待證假說。

待證假說七：

H_0^7 ：員工平均年資不同不影響獲利效率

H_1^7 ：員工平均年資不同會影響獲利效率

(八) 員工平均年收

台灣 LED 產業上中游廠商彼此的股價表現有段差距，某些較高股價的公司其員工分紅金額可觀，但如此做法是否可提高員工從業時的衝勁與績效，進而影響公司的獲利效率，此為本研究第八個待證假說。

待證假說八：

H_0^8 ：員工平均年收高低不影響獲利效率

H_1^8 ：員工平均年收高低會影響獲利效率

(九) 員工教育程度

台灣 LED 產業上中游是屬於高技術密集的產業，需要高素質人力的參與。本研究以員工所受教育的學歷高低，即知識累積的時間長短，當作是否為高素質人力的依據。所以各公司在人力結構分佈上的學歷分佈比率是否會影響獲利效率，此為本研究第九個待證假說。

待證假說九：

H_0^9 ：員工教育程度不同不影響獲利效率

H_1^9 ：員工教育程度不同會影響獲利效率

(十) 行銷能力

行銷是一種以交換為核心觀念的商業活動，企業與消費者可以經由此過程，透過彼此創造、溝通、傳遞，以及自由提供交換有價值的產品或服務，以滿足需要和慾望。因此行銷能力較強的公司，其獲利效率是否同樣較佳，此為本研究第十個待證假說。

待證假說十：

H_0^{10} ：行銷能力強弱不影響獲利效率

H_1^{10} ：行銷能力強弱會影響獲利效率

(十一) 發明專利比例

發明專利是指利用自然法則之技術思想的創作，所以發明專利數較多的公司，代表其專利權品質較高。有些公司總專利數少發明專利數相對多，有些公司總專利數多發明專利數相對少，如此不同型態的公司其獲利效率的差異性為何，此為本研究第十一個待證假說。

待證假說十一：

H_0^{11} ：發明專利比例不同不影響獲利效率

H_1^{11} ：發明專利比例不同會影響獲利效率

第四節 Tobit 迴歸分析與效率影響因子

本節擬依據 DEA 評估出之 54 個技術效率值，利用 Tobit 迴歸分析來檢定上節的十一個待證假說。在此先介紹 Tobit 理論模型，對照研究假說的效率影響因子，以及資料來源與分析軟體。

一、Tobit 理論模型

本節藉由迴歸分析，來評估影響台灣 LED 產業上中游廠商研發效率與獲利效率的主要因素。但由於效率值介於 0 與 1 間，不同於一般迴歸模型中被解釋變數無範圍限制的情形，若透過傳統最小平方方法估計，會導致迴歸係數值產生偏誤與不一致的運算結果，進而影響顯著性檢定，因此本研究選用 Tobit 迴歸分析來探討各項研究假說的真實性。

Tobit 理論模型：

$$y_i^* = \beta_i x_i + \varepsilon_i, \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if } y_i^* \geq 1, \\ y_i^* & \text{if } y_i^* < 1, \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

其中 y_i 為技術效率值、 x_i 為欲探討的效率影響因子。

Tobit 迴歸分析是利用最大概似估計法推算參數，殘差項服從常態分配，模型僅對被解釋變數大於 0 的狀況進行估計，透過實證分析找出效率影響因子，作為日後廠商決策時的參考依據。

二、效率影響因子

茲扼要說明技術效率與影響因子之預期關係如下：

(一) 研發效率之影響因子

1. 發明專利比例：

本研究以發明專利數占總專利數之比例，作為判斷公司技術水準優劣的依據。由於創造發明專利相對於新型與新式樣而言較為困難，故發明專利數較多時，其

它專利數會相對較少，導致總專利數下降。因此本研究預期發明專利比例與研發效率關係為負向。

2. 專利累積存量：

專利累積存量代表公司過去的研發成果，即對於 LED 產業上中游磊晶及晶粒的研發與製造等相關知識技能的深耕程度，但近幾年 LED 產業技術軌跡變遷迅速，也有可能受限於舊的技術包袱而無法創新。所以本研究預期專利累積存量與研發效率的關係為可正可負。

3. 專利變化數量：

本研究以各公司每年核准公告的專利權數量之差額來代表專利變化數量。專利變化數量愈大，意謂公司的研發速率愈快、適應能力愈強，且尋找調整研發方向的動態能力較佳。因此本研究預期專利變化數量與研發效率的關係為正向。

4. 研發資本人力比：

本研究用研發資本除以博碩士員工數來代表研發資本人力比。研發資本人力比愈高，雖能降低人力成本，但也可能導致作業無效率，研發資本人力比愈低，雖能提升作業效率，但也可能導致人力資源閒置。因此本研究預期研發資本人力比與研發效率的關係為可正可負。

5. 員工教育程度：

本研究以碩士以上教育程度之員工人數占總員工人數的比例作為員工教育程度的替代變數。教育程度會影響整個企業內部的人力素質與研發能力，且多方研究結果顯示人力素質與技術創新具有高度相關性。因此本研究預期員工教育程度與研發效率的關係為正向。

(二) 獲利效率之影響因子

6. 公司規模：

本研究用員工人數來代表公司規模。由於 LED 上中游產業有大者恆大規模經濟的趨勢，大公司資源充足產能較高，但亦可能造成資源錯置、排擠、浪費及難以管理的情形。因此本研究預期公司規模與獲利效率的關係為可正可負。

7. 員工平均年資：

各公司當年員工平均年資，以年報公告的數字為主，表示各公司人力經驗累積存量的多寡。因此本研究預期員工平均年資與獲利效率的關係為正向。

8. 員工平均年收：

本研究用員工平均年度薪資收入加上員工分紅的估計市場價值來代表員工平均年收。員工平均年收之高低，對外可作為吸引高素質人力的訊息，對內可激發員工的工作意願。所以本研究預期員工平均年收與獲利效率的關係為正向。

9. 員工教育程度：

本研究以碩士以上教育程度之員工人數占總員工人數的比例作為員工教育程度的替代變數。教育程度會影響整個企業內部的人力素質與工作能力，因此本研究預期員工教育程度與獲利效率的關係為正向。

10. 行銷能力：

本研究用營業收入除以行銷費用來代表行銷能力，突顯出每一塊錢的行銷費用可帶來多少錢的營業收入。所以本研究預期行銷能力與獲利效率的關係為正向。

11. 發明專利比例

以發明專利數占總專利數之比例，作為判斷公司專利權品質優劣的依據。品質較優的專利權所延伸出來的創新研發產品，通常都能在市場上獲得較大迴響。因此本研究預期發明專利比例與獲利效率的關係為正向。

三、資料來源

關於 Tobit 迴歸分析之效率影響因子，其定義與資料來源如表 4-4。

表 4-4 效率影響因子之定義與資料來源

因子	定義	研究假說	資料來源
研發效率、獲利效率	DEA 之 BCC 模式的技術效率值		DEAP 2.1 軟體
發明專利比例	發明專利數占總專利數之比例	一、十一	台灣經濟部智財局專利庫
專利累積存量	每年核准公告專利數之累計	二	台灣經濟部智財局專利庫
專利變化數量	每年核准公告專利數之差額	三	台灣經濟部智財局專利庫
研發資本人力比	研發資本/博碩士員工數	四	各公司年報
員工教育程度	碩士以上教育程度之員工人數占總員工人數的比例	五	各公司年報
公司規模	每年公司之總員工人數	六	各公司年報
員工平均年資	每年公司員工之平均服務年資	七	各公司年報
員工平均年收	員工平均年度薪資收入加上員工分紅的估計市場價值	八	各公司年報、財務報告書與台灣經濟新報資料庫
員工教育程度	碩士以上教育程度之員工人數占總員工人數的比例	九	各公司年報
行銷能力	營業收入/行銷費用	十	各公司年報

資料來源：本研究整理

四、分析軟體

本研究選用 STATA 10.0 軟體執行 Tobit 迴歸分析，計算出被解釋變數與解釋變數的係數及 P 值，用以驗證預期關係及檢定顯著性。

第五節 資料說明

一、DMUs 之選擇

本研究以台灣 LED 產業上中游廠商為研究對象，進行研發效率與獲利效率及其影響因子之分析。由於台灣 LED 產業上中游廠商特別著重研發與技術，需要大量資金投入且廠商規模也較龐大；加上近年來封裝製造的人力需求遽增，為求降低人力成本，多數廠商選擇移至中國大陸設廠生產，產能的移轉直接影響到下游廠商，因此上中游廠商之技術發展便顯得格外重要。

台灣 LED 產業上中游廠商為數不多，依據投入與產出變數的界定，且考量公司年報與財務報告書、台灣經濟新報及公開資訊觀測站等資料庫的研究資料是否齊全，僅針對 2010 年 1 月前在台灣上市上櫃興櫃的公司，選取其中九家作為研究對象，如表 4-5。至於研究期間，由於專利提出申請至核准公告與專利權遞延效果的兩段時間差，本研究採用 2004~2006 年為研發效率的研究期間，2006~2008 年為獲利效率的研究期間。

表 4-5 研究對象：LED-Chip 公司

編號	股票代號	公司名稱
DMU1	2448	晶電
DMU2	3061	璨圓
DMU3	3339	泰谷
DMU4	3383	新世紀
DMU5	6289	華上
DMU6	2426	鼎元
DMU7	2340	光磊
DMU8	3517	洲磊
DMU9	8199	廣鎳

資料來源：LEDinside 分類 TW-Chip，2010 年 1 月

二、資料蒐集整理

(一) 兩階段 DEA 之投入產出變數

1. 研發效率

本研究蒐集整理了 2004~2006 年的樣本資料，其敘述統計量如表 4-6，詳細數據可參考附錄。

表 4-6 研發效率之投入產出變數的敘述統計量表

		投入變數		產出變數
年度	敘述統計量	研發資本	博碩士員工數	兩年間申請核准的平均專利權數量
2004	平均值	2620838.33	32.33	17.39
	標準差	2448838.06	23.64	14.27
	最大值	8166666.67	66.00	37.00
	最小值	488633.88	11.00	2.00
2005	平均值	2445637.50	40.22	15.89
	標準差	2084868.89	38.72	12.84
	最大值	6824713.90	131.00	36.00
	最小值	636321.53	13.00	3.00
2006	平均值	1872289.08	50.11	13.50
	標準差	1497024.18	51.19	10.39
	最大值	5136704.87	176.00	33.50
	最小值	543151.86	14.00	2.00

單位：研發資本(仟元)、博碩士員工數(人)、專利數(件)

資料來源：本研究整理

2. 獲利效率

本研究蒐集整理了 2006~2008 年的樣本資料，其敘述統計量如表 4-7，詳細數據可參考附錄。

表 4-7 獲利效率之投入產出變數的敘述統計量表

年度	敘述統計量	投入變數		產出變數
		三年間累積加權平均的專利權數量	行銷費用	營業毛利
2006	平均值	28.44	50102.89	692974.33
	標準差	23.02	51709.46	817294.77
	最大值	69.00	164193.00	2270568.00
	最小值	4.00	11101.00	46208.00
2007	平均值	32.30	71147.00	881593.00
	標準差	26.67	82419.83	1060602.84
	最大值	68.00	270754.00	3258944.00
	最小值	2.67	17623.00	44266.00
2008	平均值	32.78	68562.44	552053.33
	標準差	25.02	63037.26	586819.44
	最大值	67.33	198700.00	1642795.00
	最小值	6.67	26485.00	-188421.00

單位：專利數(件)、行銷費用(仟元)、營業毛利(仟元)

資源來源：本研究整理

(二) 兩階段 Tobit 迴歸分析之效率影響因子

1. 研發效率

2004~2006 年的技術效率值共有 27 筆，因各年度所求得之效率值比較基準點不同，若同時將所有的效率值一起作迴歸分析，恐失其可信度，因此設虛擬變數 D1 與 D2 表示不同年度，(0, 0) 表示 2004 年，(1, 0) 表示 2005 年，(0, 1) 表示 2006 年。其敘述統計量如表 4-8，詳細數據可參考附錄。

表 4-8 研發效率之影響因子的敘述統計量表

年度	敘述統計量	影響因子變數					
		BCC 效率值	發明專利比例	專利累積存量	專利變化數量	研發資本人力比	員工教育程度
2004	平均值	0.70	91.45	29.22	7.44	129.02	6.83
	標準差	0.30	15.11	32.94	9.89	54.22	2.14
	最大值	1.00	100.00	85.00	22.00	242.83	9.23
	最小值	0.18	55.17	2.00	-3.00	58.37	2.54
2005	平均值	0.79	86.04	48.00	-3.00	116.65	7.30
	標準差	0.27	18.57	44.60	9.10	43.38	2.71
	最大值	1.00	100.00	127.00	14.00	215.87	12.11
	最小值	0.22	41.67	6.00	-17.00	78.46	2.69
2006	平均值	0.80	85.74	63.89	0.00	107.74	6.90
	標準差	0.24	20.62	54.96	9.91	53.60	2.20
	最大值	1.00	100.00	157.00	12.00	171.83	10.72
	最小值	0.36	38.78	7.00	-22.00	18.02	2.81

單位：發明專利比例(%)、專利累積存量(件)、專利變化數量(件)、研發資本人力比(仟元)、員工教育程度(%)

資料來源：本研究整理

2. 獲利效率

2006~2008 年的技術效率值共有 27 筆，因各年度所求得之效率值比較基準點不同，若同時將所有的效率值一起作迴歸分析，恐失其可信度，因此設虛擬變數 D1 與 D2 表示不同年度，(0, 0)表示 2006 年，(1, 0)表示 2007 年，(0, 1)表示 2008 年。其敘述統計量如表 4-9，詳細數據可參考附錄。

表 4-9 獲利效率之影響因子的敘述統計量表

年度	敘述統計量	BCC 效率值	影響因子變數					
			員工人數	員工平均年資	員工平均年收	員工教育程度	行銷能力	發明專利比例
2006	平均值	0.86	699.78	2.75	547.11	6.90	57.01	93.44
	標準差	0.28	508.61	1.40	137.67	2.20	23.18	9.91
	最大值	1.00	1642.00	6.17	809.41	10.72	100.05	100.00
	最小值	0.23	172.00	1.57	408.77	2.81	14.76	76.79
2007	平均值	0.87	927.00	2.84	573.82	6.53	53.42	91.35
	標準差	0.26	841.05	1.19	142.56	2.69	27.42	14.28
	最大值	1.00	3024.00	5.67	762.46	11.01	91.51	100.00
	最小值	0.31	280.00	1.70	330.65	3.09	21.49	59.04
2008	平均值	0.79	868.11	3.32	676.76	7.44	43.41	88.91
	標準差	0.22	816.32	1.40	137.44	3.54	18.43	15.46
	最大值	1.00	2877.00	6.67	896.73	13.80	80.02	100.00
	最小值	0.49	209.00	1.85	454.04	4.10	26.89	51.06

單位：員工人數(人)、員工平均年資(年)、員工平均年收(仟元)、員工教育程度(%)、發明專利比例(%)

資料來源：本研究整理

第六節 研究限制

一、資料取得限制

本研究以台灣 LED 產業上中游廠商為主要研究對象，這些公司都已上市上櫃興櫃，因此所需的研究資料多數可由年報與財務報告書中得到，其中有些公司之變數數據並未揭露完整或定義不盡相同，因而產生些微誤差，像是研發人員人數，只能利用博碩士員工數去調整代替，為本研究遺憾之處。而每家廠商因為會計處理原則、時間取樣、統計方法等的不同，也會造成數據上的扭曲以致於未能反應真實狀況，導致評估結果的可信度降低，但本研究在有限的時間與條件下，已盡可能利用各種公開管道蒐集相關資料，以確保研究之正確性與可信度。

二、投入產出變數選取

投入與產出變數的界定對於效率的評估，牽涉的因素與層面相當複雜，究竟要用幾個投入與產出變數才能完整的表達出一家公司研發活動與營運活動的全貌？選擇的變數對各公司而言又是否具有代表性？這些都是 DEA 無可避免的問題。因此本研究參考過去專家學者的研究報告、期刊文獻等所提供的建議以及對照產業特性去選取，但仍可能有某些重要因素並未考慮在內。

三、效率影響因子選取

效率影響因子的界定對於 Tobit 迴歸分析的評估結果相當重要，會影響效率的因素很多，哪些因素才能真正的當作影響因子？影響因子之間的相關程度對顯著性而言又是否具有差異性？這些都是迴歸分析無可避免的問題。因此本研究參考過去專家學者的研究報告、期刊文獻等所提供的建議以及對照產業特性去選取，但仍可能有某些重要因素並未考慮在內。

第五章 實證結果分析

本章根據前述的整體研究架構，以九家 LED 上中游廠商為研究對象進行實證分析。首先進行 DEA 之投入與產出變數的相關性分析，評估本研究建構之模型的適用性，再來藉由 DEAP 軟體所計算出來的效率結果進行效率分析、差額變數分析，最後透過 STATA 軟體的 Tobit 迴歸分析之參數推估結果進行研究假說驗證，找出確切的效率影響因子。

第一節 模型適用性評估

在兩階段 DEA 之前，需先針對投入與產出變數的同向性假設進行 Pearson 相關性分析，若投入與產出變數均呈現正相關，才能開始 DEA 評估，結果如表 5-1 至表 5-4 所示：

表5-1 研發效率之研發資本與專利權數的相關係數表

		研發資本	專利權數
研發資本	Pearson 相關	1.000	.446*
	顯著性 (雙尾)	.	.020
	個數	27	27
專利權數	Pearson 相關	.446*	1.000
	顯著性 (雙尾)	.020	.
	個數	27	27

*. 在顯著水準為0.05時 (雙尾)，相關顯著。

資料來源：本研究整理

表 5-2 研發效率之博碩士數與專利權數的相關係數表

		博碩士數	專利權數
博碩士數	Pearson 相關	1.000	.590**
	顯著性 (雙尾)	.	.001
	個數	27	27
專利權數	Pearson 相關	.590**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.001	.
	個數	27	27

** . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

資料來源：本研究整理

表5-3 獲利效率之專利權數與營業毛利的相關係數表

		相關	
		專利權數	營業毛利
專利權數	Pearson 相關	1.000	.377*
	顯著性 (雙尾)	.	.026
	個數	27	27
營業毛利	Pearson 相關	.377*	1.000
	顯著性 (雙尾)	.026	.
	個數	27	27

*. 在顯著水準為0.05時 (雙尾)，相關顯著。

資料來源：本研究整理

表5-4 獲利效率之行銷費用與營業毛利的相關係數表

		相關	
		行銷費用	營業毛利
行銷費用	Pearson 相關	1.000	.753**
	顯著性 (雙尾)	.	.000
	個數	27	27
營業毛利	Pearson 相關	.753**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.000	.
	個數	27	27

** . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

資料來源：本研究整理

從表 5-1 至表 5-4，可以得知兩階段 DEA 之投入與產出變數均呈現正相關且顯著，因此本研究決定以表中之投入與產出變數來進行 LED 上中游廠商的研發效率與獲利效率分析。

第二節 效率分析

本研究採用 DEA 之投入導向的 CCR 與 BCC 模式進行效率評估，利用 DEAP 軟體可得出整體效率（CCR 模式）、技術效率（BCC 模式）、規模效率（BCC 模式）及規模報酬。

整體效率是假設各 DMU 在固定規模報酬下之 CCR 模式的估算結果，當整體效率值為 1 時，表示各 DMU 的資源配置已達相對有效率，反之當整體效率值小於 1 時，其無效率原因可能來自技術無效率或規模無效率，亦或兩者兼具。

於投入導向模式時，技術效率是衡量各 DMU 在現有的產出水準之下，其投入資源是否得到最充份的利用，當技術效率值小於 1 時，表示各 DMU 在投入資源的運用上仍有提升空間。規模效率是指當生產技術可以變動時，各 DMU 是否處於最適生產規模的狀態，當規模效率值小於 1 時，表示各 DMU 必須增加或減少投入資源，至於要增加或減少則需視規模報酬來判定。

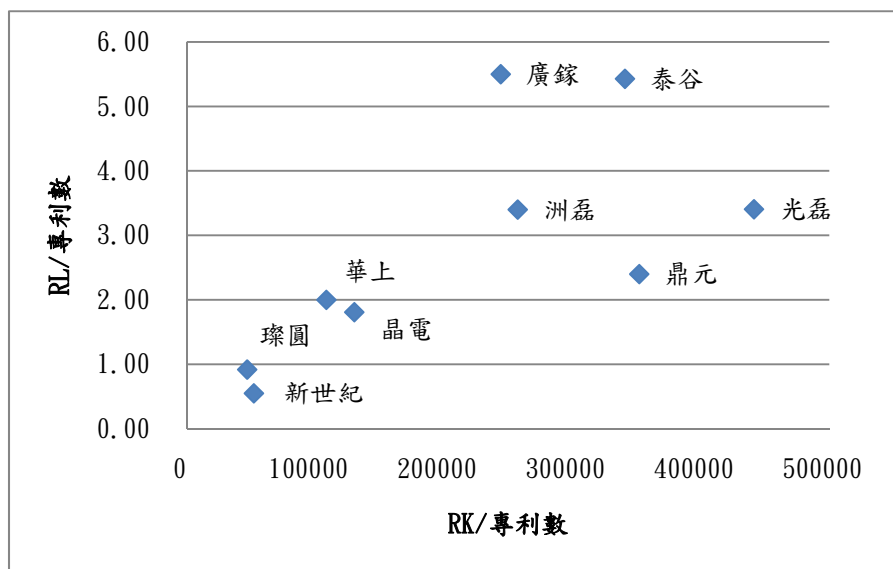
規模報酬是指當投入資源比例變動時，其產出水準的變動情形。固定規模報酬（constant returns to scale, CRS）代表處於最適生產規模；規模報酬遞增（increasing returns to scale, IRS）代表產出變動比例大於投入，可逐步增加現有生產規模來提高生產力；規模報酬遞減（decreasing returns to scale, DRS）代表產出變動比例小於投入，可逐步減少現有生產規模來提高生產力。

依照〈附錄〉所列出之 LED 上中游廠商各項投入與產出數據，帶入 DEA 之 CCR 與 BCC 模式後，可得 2004~2006 年研發效率之整體效率、技術效率、規模效率及規模報酬，以及 2006~2008 年獲利效率之整體效率、技術效率、規模效率及規模報酬，茲分別討論如下。

一、研發效率

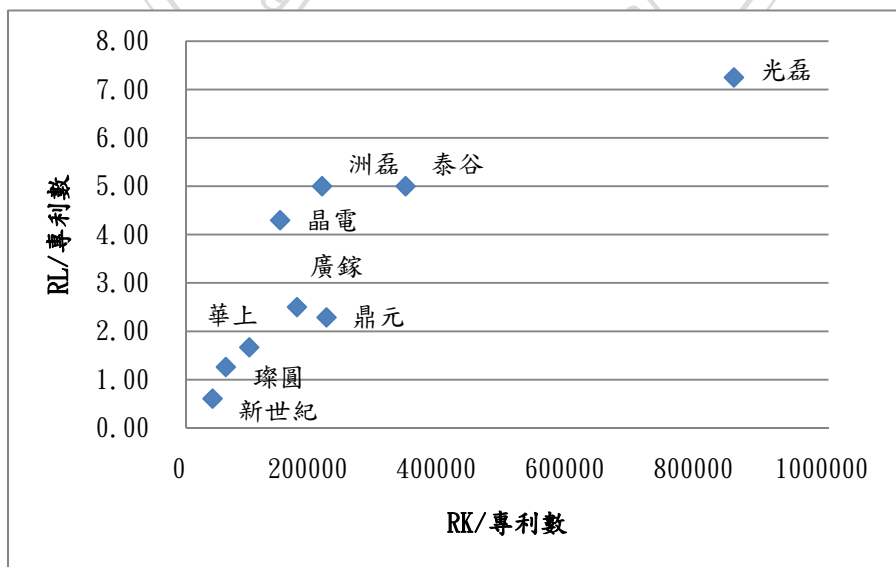
(一) 初步分析

針對投入導向之 CCR 與 BCC 模式的效率評估，本研究歸納出三個年度各 DMU 其研發資本 (RK) 與研發人力 (RL) 對專利權數量的相對關係，即每一件專利權的產出需要耗費多少研發資本與研發人力，如圖 5-1 至圖 5-3。



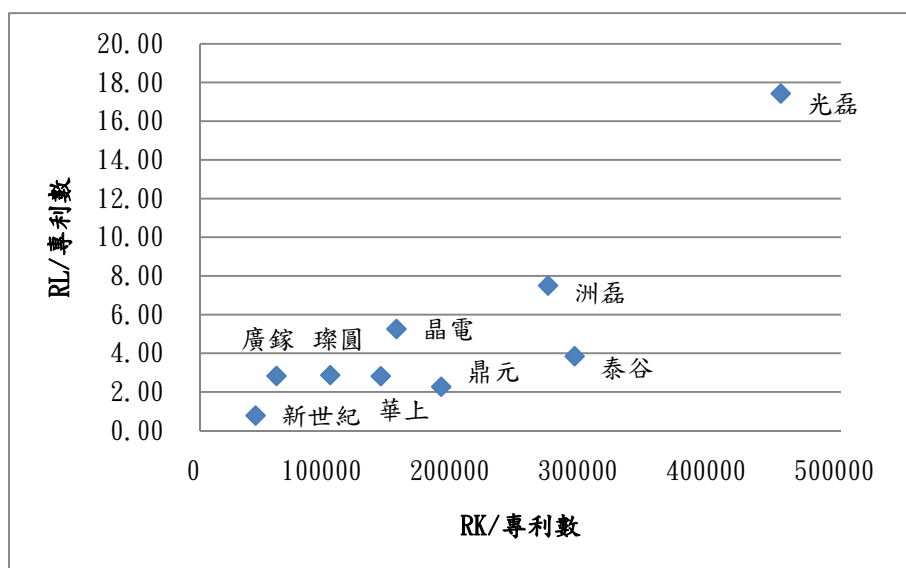
資料來源：本研究整理

圖 5-1 2004 年各 DMU 之 (投入/產出) 關係圖



資料來源：本研究整理

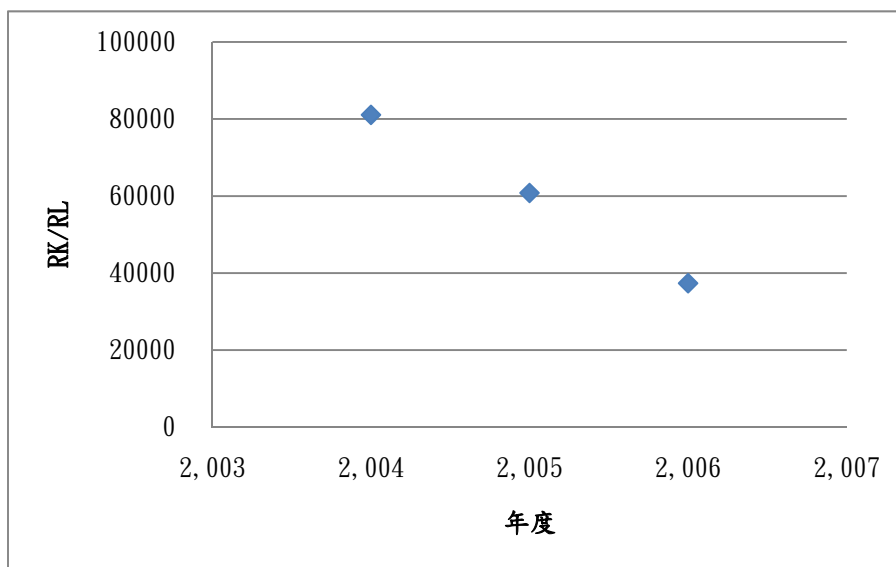
圖 5-2 2005 年各 DMU 之 (投入/產出) 關係圖



資料來源：本研究整理

圖 5-3 2006 年各 DMU 之（投入/產出）關係圖

從圖可以初步推估各 DMU 效率的概況，如【新世紀】與【璨圓】於研究期間內應是效率表現較好且穩定，而【光磊】與【泰谷】則看似連續三年效率表現較差且穩定，於下段的結果分析中將對此觀察作出驗證。另外由圖發現，各 DMU 隨時間發展似乎在單位產出的研發人力投入上有愈來愈多的趨勢，反之在單位產出的研發資本投入上則愈來愈少，從另一個角度也可觀察到類似的演變，如圖 5-4 顯示出各 DMU 之平均 (RK/RL) 亦有隨時間下降的趨勢。目前整體產業朝向資本密集度下降勞力密集度上升的情形，而各年的研發效率值與研發資本人力比呈現何種關係，在第四節的 Tobit 迴歸分析中會進一步驗證此議題。



資料來源：本研究整理

圖 5-4 2004~2006 年各 DMU 之平均 (RK/RL) 關係圖



(二) 結果分析

表 5-5 2004~2006 年台灣 LED 產業上中游廠商研發效率之 DEA 評估結果

年度	DMU	CCR(整體效率)	BBC(技術效率)	規模效率	規模報酬
2004	晶電	0.385	0.505	0.762	drs
	璨圓	1	1	1	crs
	泰谷	0.144	0.579	0.248	irs
	新世紀	1	1	1	crs
	華上	0.438	0.448	0.978	irs
	鼎元	0.229	0.917	0.250	irs
	光磊	0.162	0.175	0.925	irs
	洲磊	0.196	0.647	0.303	irs
	廣鎔	0.192	1	0.192	irs
2005	晶電	0.284	0.539	0.527	drs
	璨圓	0.668	1	0.668	drs
	泰谷	0.122	0.651	0.187	irs
	新世紀	1	1	1	crs
	華上	0.421	1	0.421	drs
	鼎元	0.265	0.813	0.326	irs
	光磊	0.083	0.224	0.372	irs
	洲磊	0.196	1	0.196	irs
	廣鎔	0.242	0.867	0.279	irs
2006	晶電	0.283	1	0.283	drs
	璨圓	0.427	0.585	0.729	irs
	泰谷	0.202	0.560	0.361	irs
	新世紀	1	1	1	crs
	華上	0.307	1	0.307	drs
	鼎元	0.343	0.824	0.417	irs
	光磊	0.096	0.356	0.269	irs
	洲磊	0.160	1	0.160	irs
	廣鎔	0.727	0.842	0.863	irs

資料來源：本研究整理

將表 5-5 彙整出歷年平均效率結果概況如表 5-6。

表 5-6 研發效率之評估結果分析

	2004 年	2005 年	2006 年
平均整體效率	0.416	0.365	0.394
平均技術效率	0.697	0.788	0.796
平均規模效率	0.629	0.442	0.488
整體效率=1 技術效率=1	璨圓、新世紀	新世紀	新世紀
整體效率<1 技術效率=1	廣鎳	璨圓、華上、洲磊	晶電、華上、洲磊

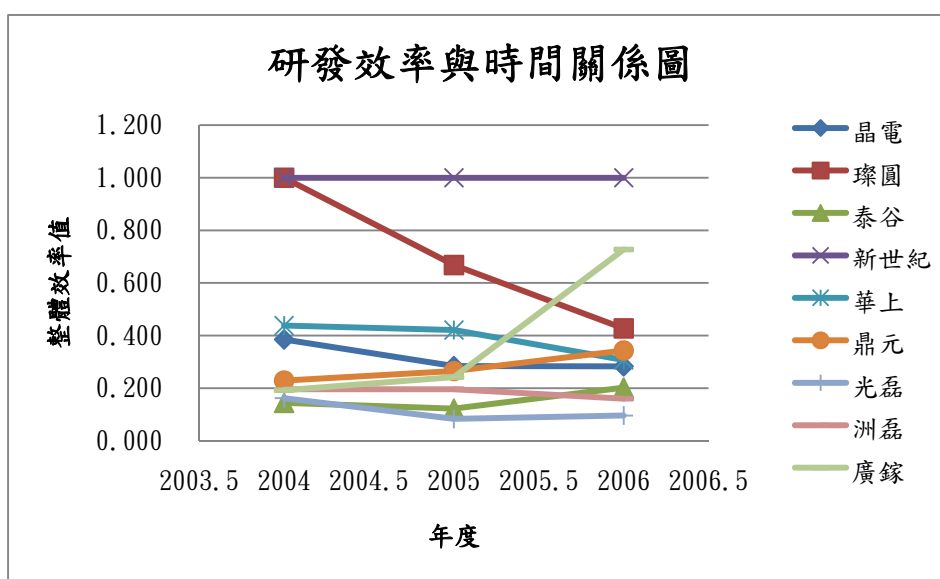
資料來源：本研究整理

由表 5-6 可知，台灣 LED 產業上中游廠商於 2004~2006 年的平均整體效率分別為 0.416、0.365、0.394，皆呈現低效率的狀況，但平均技術效率分別為 0.697、0.788、0.796，顯示其運用研發資源的能力具有一定水準，且有愈來愈好的趨勢，而平均整體效率受到平均規模效率的影響，大致呈現下滑的態勢，代表大部份廠商在調控研發資源之投入比例上仍有待加強。

就個別公司來看，【新世紀】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，而【璨圓】、【華上】、【洲磊】也有兩年在技術效率上是表現優異的。由此觀察，【新世紀】、【璨圓】、【洲磊】均屬於小規模公司，而【華上】則規模較大，可見雖然 LED 產業上中游有大者恆大規模經濟的趨勢，但不表示在運用研發資源的能力上，規模小的公司就處於劣勢。

至於整體效率不為 1 但技術效率為 1 的廠商，其主要問題發生在規模上，需要增加或降低其規模以達到效率單位，而其他整體效率與技術效率皆不為 1 的廠商，則是除調整規模外還需要增加產出或減少投入。因此在下一節中，本研究將利用差額變數分析了解廠商在技術效率不為 1 時，決策者或管理當局針對投入與產出的組合及數量應如何改善。

將表 5-5 整理成效率與時間的關係，如圖 5-5。



資料來源：本研究整理

圖 5-5 研發效率之整體效率值與時間關係圖

由圖 5-5 可知，除了【新世紀】連續三年被評為有效率之外，大部份廠商皆呈現低效率的狀況，其中【璨圓】是連年下滑，而【廣鎔】則是逐年上升。【新世紀】為國內 LED 產業的後起之秀，雖然迄今僅八年餘，但成立之初即專攻綠光磊晶成長及晶粒製造，2004 年再與國內面板大廠合作研發高亮度 LED 並加入藍光 LED 生產，目前為國內最大的綠光 LED 供應商。【新世紀】能在這麼短的時間內於 LED 上中游領域有如此成績，可想而知其運用研發資源的能力理應非常突出，剛好印證了其連續三年研發效率皆為 1 的評估結果。

【璨圓】初始即定位在以製造藍光、綠光 LED 晶粒的氮化鎵銦系列 LED 磊晶為主，但受限於產品線過於單一，導致研發機會愈來愈少，但研發資源投入卻逐年增加，因此其研發效率勢必持續下跌。而【廣鎔】早年曾是砷化鎵廠商博達的轉投資，2004 年因博達爆發財務危機，其伺機引進英業達家族、裕隆集團等資金，隨著新研發團隊的進駐，以及新廠建置的完成，順利成為國內第一家以藍、綠光為核心技術的 LED 上中游廠商，並具有磊晶片分析的檢測能力，因此其研發效率必然持續上揚。

二、獲利效率

(一) 結果分析

表 5-7 2006-2008 年台灣 LED 產業上中游廠商獲利效率之 DEA 評估結果

年度	DMU	CCR(整體效率)	BBC(技術效率)	規模效率	規模報酬
2006	晶電	0.886	1	0.886	drs
	璨圓	0.041	0.227	0.180	irs
	泰谷	0.797	0.974	0.818	irs
	新世紀	1	1	1	crs
	華上	0.535	0.568	0.942	drs
	鼎元	0.906	1	0.906	drs
	光磊	0.683	1	0.683	drs
	洲磊	0.181	1	0.181	irs
	廣鎔	1	1	1	crs
2007	晶電	1	1	1	crs
	璨圓	0.188	0.309	0.608	irs
	泰谷	0.408	1	0.408	irs
	新世紀	1	1	1	crs
	華上	0.324	0.521	0.622	irs
	鼎元	1	1	1	crs
	光磊	0.457	1	0.457	drs
	洲磊	0.089	1	0.089	irs
	廣鎔	1	1	1	crs
2008	晶電	0.304	0.499	0.609	drs
	璨圓	0.298	0.490	0.609	irs
	泰谷	0.810	1	0.810	irs
	新世紀	0.631	0.739	0.855	irs
	華上	0	0.569	0	irs
	鼎元	0.692	0.818	0.846	irs
	光磊	1	1	1	crs
	洲磊	0.272	1	0.272	irs
	廣鎔	1	1	1	crs

資料來源：本研究整理

將表 5-7 彙整出歷年平均效率結果概況如表 5-8。

表 5-8 獲利效率之評估結果分析

	2006 年	2007 年	2008 年
平均整體效率	0.670	0.607	0.556
平均技術效率	0.863	0.870	0.791
平均規模效率	0.733	0.687	0.667
整體效率=1 技術效率=1	新世紀、廣鎔	晶電、新世紀、 鼎元、廣鎔	光磊、廣鎔
整體效率<1 技術效率=1	晶電、鼎元、光磊、洲磊	泰谷、光磊、洲磊	泰谷、洲磊

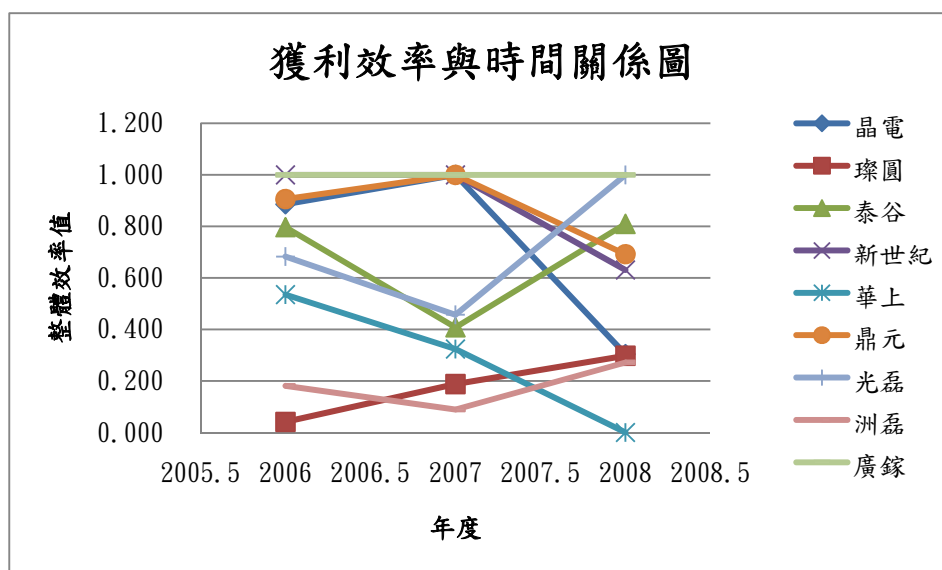
資料來源：本研究整理

由表 5-8 可知，台灣 LED 產業上中游廠商於 2006~2008 年的平均整體效率分別為 0.670、0.607、0.556，皆為中段效率的水平，但平均技術效率分別為 0.863、0.870、0.791，顯示其運用營運資源的能力具有高水準，且更勝於運用研發資源的能力。在 2008 年的整體效率、技術效率、規模效率為三年最低，此是受到當年度第四季的金融海嘯所影響，但也代表大部份廠商在調控營運資源之投入比例上仍有很大的進步空間。

就個別公司來看，【廣鎔】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，【新世紀】也有兩年被評估是有效率的，而【光磊】與【洲磊】在技術效率上表現優異且穩定。由此觀察，整體效率或技術效率為 1 的廠商，中大型規模占了近六成，如【晶電】、【鼎元】、【光磊】、【廣鎔】，但同樣的情形並沒有發生於研發效率上。而關於運用營運資源的能力，LED 產業上中游似乎有大者恆大規模經濟的趨勢，此現象會在之後的 Tobit 迴歸分析中進一步驗證。

至於整體效率不為 1 但技術效率為 1 的廠商，其主要問題發生在規模上，需要增加或降低其規模以達到效率單位，而其他整體效率與技術效率皆不為 1 的廠商，則是除調整規模外還需要增加產出或減少投入。因此在下一節中，本研究將利用差額變數分析了解廠商在技術效率不為 1 時，決策者或管理當局針對投入與產出的組合及數量應如何改善。

將表 5-7 整理成效率與時間的關係，如圖 5-6。



資料來源：本研究整理

圖 5-6 獲利效率之整體效率值與時間關係圖

由圖 5-6 可知，除了【廣鎔】連續三年被評為有效率之外，大部份廠商皆因金融海嘯而於 2008 年效率下跌，其中又以【晶電】與【華上】的跌幅較大，而【璨圓】與【光磊】則是少數逆勢的廠商中漲幅較大者。【廣鎔】隨著研發能力的強化，加上產品良率及技術的提升，營運漸入佳境，手機按鍵背光源與螢幕側光源為其主要應用，也是推升營收成長的關鍵產品，若以 2007 年營收規模排名，已是國內第三大磊晶廠。雖然平均亮度及應用層級均屬於相對低階市場，但靠著 2006 年成功研發出大尺寸高功率的 LED 以及 2008 年順利掌握中國大陸燈具客戶的訂單，造就了【廣鎔】連續三年獲利效率皆為 1 的評估結果。

【晶電】是國內專業磊晶大廠，初期以四元 LED 為主，後來跨入氮化鎵藍光生產，2005 年合併國聯，2006 年再吸納元矽與連勇，合併後的新晶電除了是台灣第一大 LED 磊晶廠商外，四元產能更躍居全球第一大，同時藍光產能晉級為全球第三大，目前 LED 磊晶的平均市占率在 30% 以上。2008 年【晶電】為規避美國國際貿易委員會 (ITC) 禁令以及開始替豐田合成代工生產 NB 背光的晶粒，大幅擴充產能，其雖受惠產能規模的擴大，但也因此未能及時針對突如其來的金融海

嘯做出調整，在需求急速降溫的情況下，反倒受累於強大的供給能力導致損失比其他廠商更為嚴重。

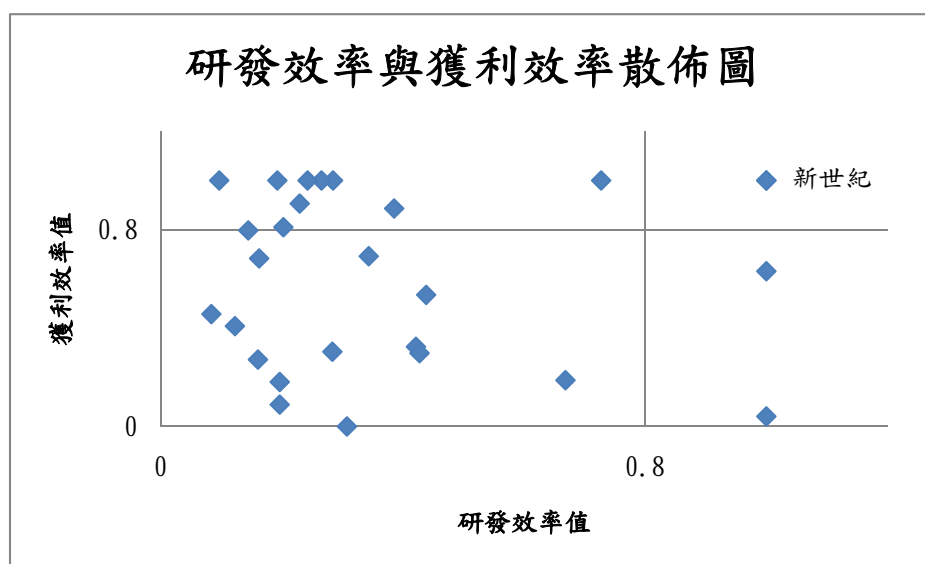
【華上】深知 Sony 和 Mitsubishi 有意投資其雷射二極體(LD)但不要 LED，因此於 2007 年第三季將 LD 切割出去成立【華信】，以 2006 年 12 月 31 日為分割決算日。由於 2006 年 LD 的營收約 10 億元，占【華上】營收比重約 32%，且毛利率約 20%~25%，而 LED 的毛利率僅約 10%，造成切割後其整體的毛利率會向下滑落。此外，2008 年全球消費性電子產品如手機與數位相框需求不佳，導致【華上】原本規劃銷售給手機與數位相框相關客戶的 LED 必須轉往銷售到指示燈或顯示屏等毛利較差的產品。以上這些因素，連帶影響【華上】的獲利表現，使其效率逐年下跌。

【璨圓】初期的研發能力表現並不出色，加上良率提升慢與規模不夠大，一直無法發揮經濟效益，但在 2006 年間引進奇美電資金，積極擴充產能，改善產品結構，增加晶粒製造，降低磊晶比重，2007 年終於擺脫連續二年虧損，展現獲利，營運漸入佳境。在新市場的開拓上，【璨圓】已切入路燈照明，且與中國長州、上海等兩大城市簽訂路燈照明的合作意向書，並完成長州地區一百多盞 LED 路燈的示範道路，由於每盞路燈約使用一百顆 LED，在 2008 年底前共完成了約一萬八千盞，加上中國戶外看板、景觀照明等終端應用市場需求的拉升下，以及新增產能效益的發酵，其營收持續看漲且逐年倍增。

【光磊】是老牌 LED 中游晶粒廠，在 2001 年新增的 OLED 部門，卻因市場尚未成熟，拖累其從 2003~2006 年連續四年出現虧損，並被迫減資重新出發。而【光磊】在營運上的最大優勢，主要是來自日亞化學及日立電業兩大日系股東的訂單加持，而且沒有專利侵權問題。【光磊】於 2007 年第一季決定關閉虧損嚴重的 OLED 生產線，第三季又斥資新台幣 2.3 億元入股國內大型交通媒體集團柏泓媒體，同年第四季取得大股東日立電業的高階紅光 LED 的磊晶片訂單，加上成功拿下北京奧運超大型看板「天幕」的代工訂單，因此為營運帶來轉機，使其能於金融海嘯之際逆勢成長，達到整體效率為 1 的優異表現。

(二) 綜合分析

本段是要探討各 DMU 之研發效率與獲利效率間的關聯性。首先利用一個二維矩陣進行分析，橫軸為研發效率之效率值，縱軸為獲利效率之效率值，四個象限以 0.8 作為區分，資料點選取各年度 DMUs 之效率值，其結果如圖 5-7。



資料來源：本研究整理

圖 5-7 研發效率與獲利效率散佈圖

在各年度中僅【新世紀】於兩個年度同時擁有高研發效率與高獲利效率，剩餘 DMU 皆無兩者並存的情形，推斷 LED 上中游廠商具有高研發效率與高獲利效率不一定同時並存的特性；且由圖亦可看出，大部份廠商處於低研發效率偏高獲利效率的情況，顯示 LED 上中游廠商在技術面的研發創新上應該要更為加強。

再來本研究針對三個年度的研發效率與獲利效率之 BCC 效率值進行 Pearson 相關性分析，其結果如表 5-9，顯示出兩者間並無顯著相關；但由於 2008 年第四季的金融海嘯屬於偶發性重大事件，導致有可能直接或間接產生上述的分析結果，因此我們另外針對各年度的研發效率與獲利效率之 BCC 效率值進行 Pearson 相關性分析交叉比對，其結果如表 5-10，亦證實兩者間並無顯著相關。

表 5-9 三個年度研發效率與獲利效率之 BCC 效率值的相關係數

相關

		研發效率	獲利效率
研發效率	Pearson 相關	1.000	-.312
	顯著性(雙尾)	.	.113
	個數	27	27
獲利效率	Pearson 相關	-.312	1.000
	顯著性(雙尾)	.113	.
	個數	27	27

資料來源：本研究整理

表 5-10 各年度研發效率與獲利效率之 BCC 效率值交叉比對的相關係數

相關

	研發2004	研發2005	研發2006	獲利2006	獲利2007	獲利2008
研發2004	1.000	.702*	.305	-.187	-.144	-.132
顯著性(雙尾)	.	.035	.424	.630	.712	.736
個數	9	9	9	9	9	9
研發2005	.702*	1.000	.613	-.419	-.435	-.276
顯著性(雙尾)	.035	.	.079	.262	.242	.472
個數	9	9	9	9	9	9
研發2006	.305	.613	1.000	.153	.096	-.324
顯著性(雙尾)	.424	.079	.	.695	.807	.394
個數	9	9	9	9	9	9
獲利2006	-.187	-.419	.153	1.000	.994**	.647
顯著性(雙尾)	.630	.262	.695	.	.000	.060
個數	9	9	9	9	9	9
獲利2007	-.144	-.435	.096	.994**	1.000	.663
顯著性(雙尾)	.712	.242	.807	.000	.	.051
個數	9	9	9	9	9	9
獲利2008	-.132	-.276	-.324	.647	.663	1.000
顯著性(雙尾)	.736	.472	.394	.060	.051	.
個數	9	9	9	9	9	9

*.在顯著水準為0.05時(雙尾)，相關顯著。

**.在顯著水準為0.01時(雙尾)，相關顯著。

資料來源：本研究整理

綜合二維矩陣分析及 Pearson 相關性分析的結果，本研究發現台灣 LED 產業上中游廠商，擁有研發效率的不一定擁有獲利效率，這也印證了 Ho and Zhu (2003)、簡尚煉(2006)與黃建雄(2008)的研究，在電子產業裡公司有較好的效率不見得其具有效能，這兩個指標並沒有明顯的相關。

第三節 差額變數分析

差額變數分析主要為視現有資源使用的情況來了解各 DMU 與效率目標相差的程度為何，藉此提供改善依據給相對無效率之 DMUs。其原理是利用折線線性方式連接各前緣點形成效率前緣，再以效率前緣作為效率衡量標準，求得各投入與產出項之差額變數。投入項之差額變數表示投入資源過多應予以減少，而產出項之差額變數則表示產出水準不足應予以增加，其可作為各 DMU 努力的目標以達到相對有效率。此分析是長期改善效率的參考，亦為短期改善效率的基準。

本研究以 BCC 模式所產生的差額變數來進行分析，表 5-10 為 2004~2006 年各 DMU 研發效率之差額變數分析，表 5-11 為 2006~2008 年各 DMU 獲利效率之差額變數分析。以表 5-10 為例，2005 年的【泰谷】若要改善其研發效率，可藉由研發資本減少 476929.722 仟元，博碩士員工數減少 6.971 人，專利數增加 17.236 件以達到效率單位。需要同時調整投入與產出變數的有【泰谷】（2005）、【鼎元】（2005）、【光磊】（2005）、【廣錄】（2005）、【泰谷】（2006）、【鼎元】（2006）；而【璨圓】（2004）、【新世紀】（2004）、【廣錄】（2004）、【璨圓】（2005）、【新世紀】（2005）、【華上】（2005）、【洲磊】（2005）、【晶電】（2006）、【新世紀】（2006）、【華上】（2006）、【洲磊】（2006）因已達最佳技術效率水準，故無須再做任何改善；至於其他公司皆集中在投入變數組合進行資源調整。在表 5-11 中，需要同時調整投入與產出變數的有【璨圓】（2006）、【泰谷】（2006）、【華上】（2007）、【華上】（2008）；而【華上】（2006）、【璨圓】（2007）、【晶電】（2008）、【璨圓】（2008）、【新世紀】（2008）、【鼎元】（2008）皆集中在投入變數組合進行資源調整；至於其他公司因已達最佳技術效率水準，故無須再做任何改善。

由表 5-10 與表 5-11 中，本研究發現各 DMU 在獲利效率的營運資源配置上優於研發效率的研發資源配置，且所有相對無效率之 DMUs，大部份都是呈現投入資源過多的情形，值得管理當局於未來制定決策時作參考。

表 5-11 2004~2006 年各 DMU 研發效率之差額變數分析

年度	DMU	投入變數		產出變數
		研發資本	博碩士員工數	兩年間申請核准的平均專利權數量
2004	晶電	3041242.306	32.676	0
	璨圓	0	0	0
	泰谷	658554.187	8	0
	新世紀	0	0	0
	華上	1738747.994	34.823	0
	鼎元	1179567.393	1	0
	光磊	7169232.703	52	0
	洲磊	706616.573	6	0
	廣鎔	0	0	0
2005	晶電	2065062.325	86.889	0
	璨圓	0	0	0
	泰谷	476929.722	6.971	17.236
	新世紀	0	0	0
	華上	0	0	0
	鼎元	637765.66	3	14.5
	光磊	5929727.52	45	13.5
	洲磊	0	0	0
	廣鎔	143269.75	2	15.5
2006	晶電	0	0	0
	璨圓	484740.327	18.594	0
	泰谷	1119426.94	11	11.5
	新世紀	0	0	0
	華上	0	0	0
	鼎元	630888.25	3	10.5
	光磊	1020814.832	46.094	0
	洲磊	0	0	0
	廣鎔	136857.092	26.781	0

單位：研發資本(仟元)、博碩士員工數(人)、專利數(件)

資料來源：本研究整理

表 5-12 2006-2008 年各 DMU 獲利效率之差額變數分析

年度	DMU	投入變數		產出變數
		三年間累積加權平均的專利權數量	行銷費用	營業毛利
2006	晶電	0	0	0
	璨圓	35.549	44035.644	86633.795
	泰谷	0.12	437.837	48748.852
	新世紀	0	0	0
	華上	18	18810.129	0
	鼎元	0	0	0
	光磊	0	0	0
	洲磊	0	0	0
	廣鎔	0	0	0
2007	晶電	0	0	0
	璨圓	46.08	46000.946	0
	泰谷	0	0	0
	新世紀	0	0	0
	華上	28.249	16351.568	140997.059
	鼎元	0	0	0
	光磊	0	0	0
	洲磊	0	0	0
	廣鎔	0	0	0
2008	晶電	47.451	99634.577	0
	璨圓	45.37	27840.202	0
	泰谷	0	0	0
	新世紀	34.55	10649.328	0
	華上	59.66	20054	452737
	鼎元	3.636	6426.208	0
	光磊	0	0	0
	洲磊	0	0	0
	廣鎔	0	0	0

單位：專利數(件)、行銷費用(仟元)、營業毛利(仟元)

資料來源：本研究整理

第四節 影響因子分析

本研究的主要目的之一，是藉由 Tobit 迴歸分析，界定台灣 LED 產業上中游廠商的效率影響因子，以下將分別就研發效率與獲利效率探討其迴歸參數推估及研究假說檢定的結果分析。

一、研發效率

表 5-13 研發效率之 Tobit 迴歸分析結果表

解釋變數	係數	t 值	P 值	本研究預期關係	實證結果關係
常數項	0.4549218	1.12	0.277		
發明專利比例	-0.3815041	-1.61	0.123	—	—
專利累積存量	-0.003679	-3.43	0.003***	?	—
專利變化數量	0.0085896	2.03	0.056*	+	+
研發資本人力比	0.3742478	0.71	0.487	?	+
員工教育程度	4.871435	1.97	0.063*	+	+
D1	0.2096012	2	0.059		
D2	0.2895315	2.71	0.013		

註：***在 0.01 的顯著水準下；**在 0.05 的顯著水準下；*在 0.10 的顯著水準下

資料來源：本研究整理

表 5-14 研發效率之研究假說檢定結果表

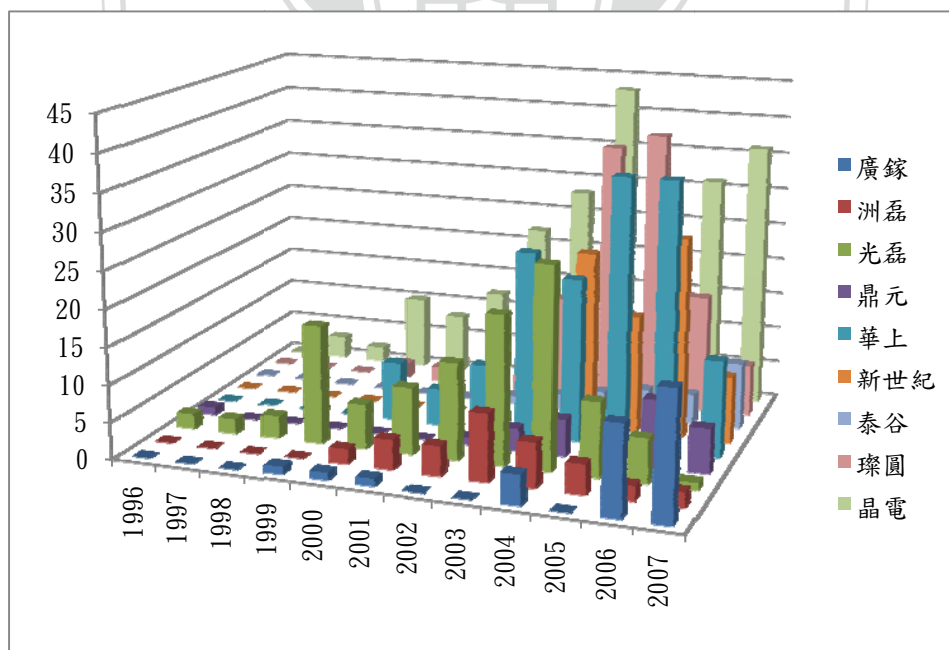
研究假說	檢定結果
H_0^1 ：發明專利比例不影響研發效率	支持 H_0^1
H_0^2 ：專利累積存量不影響研發效率	不支持 H_0^2
H_0^3 ：專利變化數量不影響研發效率	不支持 H_0^3
H_0^4 ：研發資本人力比不影響研發效率	支持 H_0^4
H_0^5 ：員工教育程度不影響研發效率	不支持 H_0^5

資料來源：本研究整理

根據 Tobit 迴歸分析，針對台灣 LED 產業上中游廠商的研發效率影響因子可以歸納出以下四點：

- (一) 發明專利比例不影響研發效率。從表 4-8 中發現 LED 上中游廠商三年平均的發明專利比例高達近 90%，可見在研發產出上幾乎都以發明專利為主而與專利權數量多寡無關，這同時也代表各 DMU 於磊晶成長及晶粒製作等領域的技術競爭非常激烈。
- (二) 專利累積存量與研發效率的關係呈現負向且顯著，與本研究預期方向不同。本研究將從以下三個不同角度作出解釋。

1. 由圖 5-8 可發現，某些公司之前的專利累積存量雖多，但之後的專利產出數量反而下降，較明顯的如【晶電】、【光磊】；而另一些公司之前的專利累積存量雖少，但之後的專利產出數量反而上升，較明顯的如【泰谷】、【廣鎔】。所以專利累積存量與專利產出數量約莫呈現負向的關聯性。



資料來源：本研究整理

圖 5-8 1996~2007 年各 DMU 每年申請核准的專利權數量

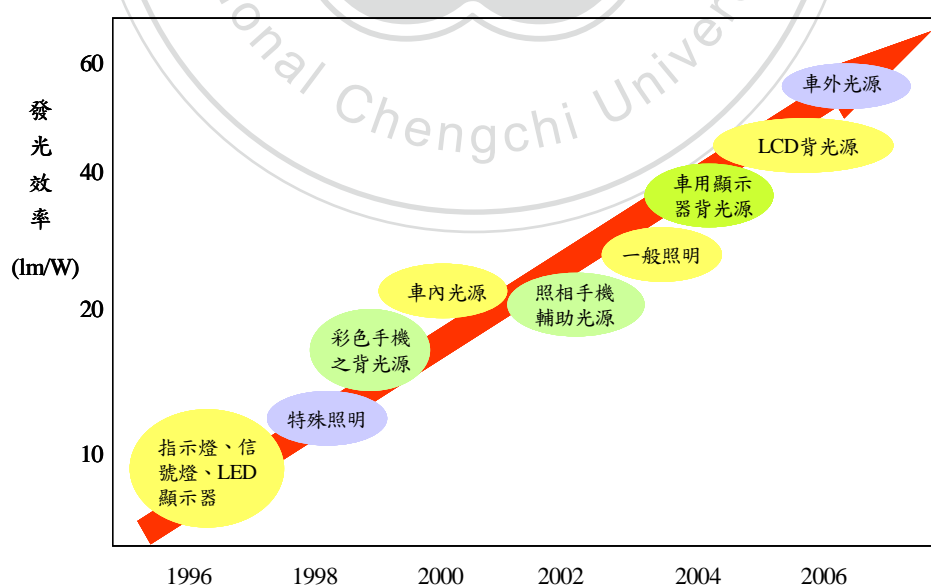
2. 由表 5-14 可發現，各 DMU 引證自家公司歷年專利的數量少之又少，可見大多數廠商創新的研發產出鮮少依靠既有的技術成果。

表 5-15 2004-2007 年各 DMU 引證自家公司歷年專利的數量

DMU	2004	2005	2006	2007	合計
晶電	0	0	1	0	1
璨圓	0	0	0	0	0
泰谷	0	0	0	0	0
新世紀	0	0	2	0	2
華上	0	0	0	0	0
鼎元	0	0	1	0	1
光磊	0	0	0	0	0
洲磊	0	0	0	0	0
廣鎳	0	0	1	0	1

資料來源：本研究整理

3. 由圖 5-9 可發現，LED 產業技術有多元應用且日新月異，因此過去的研發經驗反而成為現今的技術包袱，導致研發效率變差。



資料來源：工研院 IEK 產業經濟與趨勢研究中心

圖 5-9 1996-2006 年 LED 產業應用技術變遷軌跡

- (三) 研發資本人力比不影響研發效率。顯示 LED 上中游廠商無須在意每一位研發人員平均負責多少研發資本，但由研發資本人力比呈現逐年下滑及平均技術效率呈現逐年上升的情形看來，人力經驗對此產業應較具影響力。
- (四) 專利變化數量、員工教育程度與研發效率的關係均呈現正向且顯著，與本研究預期方向相同。此顯示出研發活動的動態能力與研發人員的素質要求，都在研發效率的影響因素中占了極重要的角色。

二、獲利效率

表 5-16 獲利效率之 Tobit 迴歸分析結果表

解釋變數	係數	t 值	P 值	本研究預期關係	實證結果關係
常數項	-0.759402	-2.05	0.054		
公司規模	-0.0002268	-2.69	0.014**	?	-
員工平均年資	0.1174894	2.78	0.012**	+	+
員工平均年收	0.0001324	0.42	0.681	+	+
員工教育程度	2.429995	0.96	0.351	+	+
行銷能力	0.0072396	3.74	0.001***	+	+
發明專利比例	0.8621232	2.49	0.022**	+	+
D1	0.096658	1.1	0.286		
D2	0.0051658	0.05	0.959		

註：***在 0.01 的顯著水準下；**在 0.05 的顯著水準下；*在 0.10 的顯著水準下

資料來源：本研究整理

表 5-17 獲利效率之研究假說檢定結果表

研究假說	檢定結果
H_0^6 ：公司規模不影響獲利效率	不支持 H_0^6
H_0^7 ：員工平均年資不影響獲利效率	不支持 H_0^7
H_0^8 ：員工平均年收不影響獲利效率	支持 H_0^8
H_0^9 ：員工教育程度不影響獲利效率	支持 H_0^9
H_0^{10} ：行銷能力不影響獲利效率	不支持 H_0^{10}
H_0^{11} ：發明專利比例不影響獲利效率	不支持 H_0^{11}

資料來源：本研究整理

根據 Tobit 迴歸分析，針對台灣 LED 產業上中游廠商的獲利效率影響因子可以歸納出以下三點：

- (一) 公司規模與獲利效率的關係呈現負向且顯著，與本研究預期方向不同。由於 LED 上中游產業有大者恆大規模經濟的趨勢，大公司資源充足產能較高，因此預期獲利較佳，但這未必表示獲利能力相對較強。我們可從表 5-16 公司規模與營業毛利的關係呈現正向且顯著來得到佐證，大公司的確有可能獲利較佳，但是獲利能力卻較差。

表 5-18 營業毛利之 OLS 迴歸分析結果表

解釋變數	係數	t 值	P 值	本研究預期關係	實證結果關係
常數項	-2209516	-2.63	0.017		
公司規模	515.4288	2.69	0.015**	+	+
員工平均年資	328632.5	3.42	0.003***	+	+
員工平均年收	805.1383	1.12	0.279	+	+
員工教育程度	5010952	0.87	0.398	+	+
行銷能力	4109.642	0.93	0.362	+	+
發明專利比例	863148.9	1.1	0.288	+	+
D1	70022.54	0.35	0.73		
D2	-453300.1	-2.02	0.058		

註：***在 0.01 的顯著水準下；**在 0.05 的顯著水準下；*在 0.10 的顯著水準下

資料來源：本研究整理

- (二) 員工平均年收不影響獲利效率。在一家公司裡，通常中高階主管年薪很高，基層員工年薪較低，但是基層員工數卻較中高階主管多上許多，導致此變數無法準確表達出公司員工的平均年度收入。
- (三) 員工教育程度不影響獲利效率。LED 產業在台灣已發展近四十年，而國內碩博士生的產出卻是近五年才開始大量增加，可見公司以往靠著人力經驗的累積與傳承同樣能使 LED 產業蓬勃發展，這點可從員工平均年資與獲利效率的關係呈現正向且顯著來得到佐證。
- (四) 員工平均年資、行銷能力、發明專利比例與獲利效率的關係均呈現正向且顯著，與本研究預期方向相同。此顯示出產能的擴充、人力經驗的累積、市場的掌握度、專利權的品質，都在獲利效率的影響因素中占了極重要的角色。

第六章 結論與建議

隨著 LED 的應用從消費性電子跨足到照明市場，代表著更多新技術的演進，要達到完美的綠色照明，仍有不少技術門檻要跨越；每一項新技術的背後都潛藏著全新的市場機會，誰能在今日領先突破技術上的瓶頸，誰就可能是明日的贏家；同時還有產業生態、市場機制的改變，而在這多層面的變化中，台灣廠商能否卡住有利的位置，將攸關未來的營運表現。因此本研究將傳統一階段的 DEA 模型，利用專利權數量當作橋樑，轉換為兩階段的 DEA 模式，針對台灣 LED 產業上中游廠商評估研發能力，及其研發成果是否能迎合當前市場面向進而產生獲利能力，且配合 Tobit 迴歸分析找出影響效率的因子，望能給予管理當局未來在研發活動與營運活動的決策制定上提供建議。以下根據實證結果分析作一簡單扼要的結論，並對後續研究提出建議。

第一節 結論

本研究以台灣 LED 產業上中游 9 家廠商為研究對象，利用 DEA 及 Tobit 迴歸分析，針對 2004~2006 年的研發效率與 2006~2008 年的獲利效率，評估相對效率及其影響因子。本研究將所獲得之主要成果與重要發現歸納如下：

- 一、根據效率分析，在研發效率上，【新世紀】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，而【璨圓】、【華上】、【洲磊】也有兩年在技術效率上是表現優異的；在獲利效率上，【廣鎳】連續三年整體效率皆為 1，是最有效率的廠商，【新世紀】也有兩年被評估是有效率的，而【光磊】與【洲磊】在技術效率上表現優異且穩定。相比之下，大部份廠商運用營運資源的能力更勝於研發資源，且在獲利能力上較具有大者恆大規模經濟的特性。
- 二、根據綜合分析，在 BCG 矩陣中各年度僅【新世紀】於兩個年度同時擁有高研發效率與高獲利效率，剩餘 DMU 皆無兩者並存的情形，且由假設檢定顯示接受研發效率不影響獲利效率的 H0 假設之分析結果，推斷台灣 LED 產業

上中游廠商擁有研發效率的不一定擁有獲利效率，這也印證了 Ho and Zhu (2003)、簡尚煉 (2006) 與黃建雄 (2008) 的研究，在電子產業裡公司有較好的效率不見得其具有效能，這兩個指標並沒有明顯的相關。

三、根據 Tobit 迴歸分析，在研發效率上，專利變化數量與員工教育程度為其重要影響因素，而發明專利比例與研發資本人力比不影響研發效率，但專利累積存量與研發效率呈現負相關，代表公司過去的研發成果已無法因應產業技術的變遷軌跡，成為技術包袱導致無法創新；在獲利效率上，員工平均年資、行銷能力與發明專利比例為其重要影響因素，而員工平均年收與員工教育程度不影響獲利效率，但公司規模與獲利效率呈現負相關，代表大公司有可能獲利較佳，但是獲利能力卻較差，此可得知對於台灣 LED 產業上中游廠商來說，人力經驗的重要性大於人力素質。茲將對效率有影響的因子列於表 6-1。

表 6-1 影響研發效率與獲利效率之因子

研究假說	檢定結果
H_0^2 ：專利累積存量不影響研發效率	不支持 H_0^2
H_0^3 ：專利變化數量不影響研發效率	不支持 H_0^3
H_0^5 ：員工教育程度不影響研發效率	不支持 H_0^5
H_0^6 ：公司規模不影響獲利效率	不支持 H_0^6
H_0^7 ：員工平均年資不影響獲利效率	不支持 H_0^7
H_0^{10} ：行銷能力不影響獲利效率	不支持 H_0^{10}
H_0^{11} ：發明專利比例不影響獲利效率	不支持 H_0^{11}

資料來源：本研究整理

第二節 建議

一、對管理當局

台灣 LED 產業上中游廠商普遍來說研發能力皆不盡理想，各廠商在徵才時可藉由內部人員的控管來達到人員的適當配置，即可減少研發人力超額僱用的情形，另外對於如何吸引高素質的研發人力、激勵研發人員的研發意願、加強研發團隊的合作默契與創新氛圍，以及不受過去研究成果與技術包袱的影響，都是管理者應注意的重點；至於獲利能力，各廠商可藉由產能的擴充、制定良好的薪資制度保留優秀人才、加強廣告與行銷的手法，以及提升專利權的品質等方面來做好準備才能領先同業。

二、對未來研究

- (一) 本研究僅以專利權數量作為研發成果的量化評估指標，可能無法真實反應出技術水準與研發能量，因此若能導入質化評估指標，根據專利引用資料分析專利之影響力，如專利引用次數、即時影響係數，或專利應用層面、專利維護年限等其它因素，綜合專利權數量及品質兩方面去衡量研發成果才是較公正且客觀的評估指標。
- (二) 由於時間的限制，本研究僅從各廠商的公開資訊與相關文獻兩方面去整理研究，如果可以針對 LED 上中游廠商作進一步問卷訪談，獲取專業人士的見解與支持方可將理論與實務結合，對投入產出及影響因子等變數會有更清楚的定義，且於研究問題上也會有更確切的解決方式。
- (三) 在 LED 上中游產業裡，併購與策略聯盟的情況時有所聞，對於購併行為後的存續公司所取得的研發技術或行銷通路等問題，勢必會對其研發能力與獲利能力造成一定程度的影響；而策略聯盟通常採用交叉持股的型式，有可能是技術面向的交流或市場面向的合作，不論是哪一種都會影響到廠商在研發與獲利上的表現，因此未來若能在研究模型中加入此種考量進行分析，將能提高研究模型的嚴謹程度。

(四) 根據產業特性，各公司積極投入研發也可能是因為市場掠奪的競爭性與消除潛在的競爭者，且由產業消息也可發現，LED 上中游廠商常以擴廠或引進新技術等方式增加產量，如此作法基本上都是為強奪市占率與建立潛在競爭者的進入門檻，並非單純考量獲利能力因素，但各家產能一旦擴充勢必形成割喉戰而壓低毛利，因此反而對獲利能力造成顯著影響，未來若能加入產能與市占率這兩方面的相關研究，應該可以得到更完整的結論。



參考文獻

一、國內文獻

(一) 書籍

- 曲威光 (2005),《光電科技與磁儲存產業》,新陸出版。
- 吳濟華、何柏正 (2008),《組織效率與生產力評估—資料包絡分析法》,前程出版。
- 姜堯民 (2007),《財務管理概論》,新陸出版。
- 高強、黃旭南、Toshiyuki Sueyoshi (2003),《管理績效評估—資料包絡分析法》,華泰出版。
- 孫遜 (2004),《資料包絡分析法—理論與應用》,揚智出版。
- 財信 (2008),《LED 投資新趨勢—新技術、新挑單、新機會》,財信出版。
- 勞倫斯·漢米爾頓、郭志剛 (2008),《應用 STATA 做統計分析》,重慶大學出版。
- 劉應興 (2003),《類別資料分析導論》,華泰出版。
- 薄喬萍 (2007),《績效評估之資料包絡分析法》,五南出版。

(二) 期刊

- Chien, T.H., Dauw, S.Z. (2003),《An Empirical Study on Measuring Performance of the Electronic Industry in Taiwan》,『產業金融季刊』,2003 年 3 月,102-115 頁。
- 李文福、蔡秋田 (2004),《新產品研發技術效率及影響因素之研究》,『中山管理評論』,第 12 卷,第 3 期,572-593 頁。
- 歐進士 (1998),《我國企業研究發展與經營績效關聯之實證研究》,『中山管理評論』,第 6 卷,第 2 期,357-386 頁。

韓慧林 (2004),《台灣地區半導體產業績效評估》,『管理研究學報』,2004 年 1 月,第 4 卷,第 1 期,71-89 頁。

(三) 論文

王冰穎 (2007),《公司治理與創新效率之關聯性研究—以台灣資訊電子業為例》,彰化師範大學會計研究所碩士論文。

李主平 (2004),《專利在公司獲利能力之遞延效果的研究—以美國製藥業為例》,中原大學企業管理研究所碩士論文。

李栽富 (2008),《應用資料包絡分析法與平衡計分卡指標評估封測廠之研發績效》,成功大學工業與資訊管理研究所碩士論文。

李家豪 (2008),《國內 IC 設計產業專利研發績效之研究》,中原大學企業管理研究所碩士論文。

吳佳瑋 (2005),《研發投入與產出對於企業經營績效之遞延效果—以我國電子業上市上櫃公司為例》,政治大學會計研究所碩士論文。

林威伸 (1997),《企業研究發展與專利權間之遞延效果》,東吳大學會計研究所碩士論文。

郭于賢 (2005),《全球前十五大 IC 設計公司經營績效之研究—DEA 方法之應用》,東吳大學企業管理研究所碩士論文。

張雅蘋 (2006),《應用資料包絡分析法於 TFT-LCD 產業創新績效之研究》,大葉大學工業工程與科技管理學系碩士在職專班碩士論文。

陳彥彰 (2008),《金融風暴前後台灣 LED 中上游廠商與下游廠商之績效評估》,東海大學工業工程與經營資訊研究所碩士論文。

湯珮妤 (1999),《企業類型與研發支出、專利權成效之遞延效果研究》,中正大學企業管理研究所碩士論文。

黃文英 (2000),《資訊軟體業之專利權對企業價值之效應研究》,東吳大學會計研究所碩士論文。

- 童怡璇 (2004),《台灣電子業技術效率分析—三階段資料包絡分析法之應用》, 中央大學產業經濟研究所碩士論文。
- 游秋婷 (2007),《台灣發光二極體產業整合之資料包絡分析法實證研究》, 交通大學管理學院碩士在職專班工業工程與管理組碩士論文。
- 黃健雄 (2007),《台灣半導體產業研發效率與研發獲利能力之分析》, 真理大學財經研究所碩士論文。
- 曾啟明 (2008),《台灣地區 LED 產業經營績效之研究—以資料包絡分析法分析》, 佛光大學經濟研究所碩士論文。
- 楊美蘭 (2005),《台灣 IC 設計業研發效率與影響因子分析》, 政治大學經濟研究所碩士論文。
- 鄭東杰 (2002),《以資料包絡分析法探討影響企業經營績效關鍵因素—以發光二極體產業為例》, 中國文化大學國際企業管理研究所碩士論文。
- 鄭礎新 (2006),《匯兌損益對發光二極體產業經營效率之影響—資料包絡法特性分析》, 東吳大學經濟研究所碩士論文。
- 蔡欣昌 (2006),《應用多目標資料包絡分析法於 LED 產業之創新研發績效評估》, 大葉大學工業工程與科技管理研究所碩士論文。
- 臧友文 (2007),《考量專利品質下之台灣 IC 設計產業研發效率分析》, 政治大學經濟研究所碩士論文。
- 謝榮明 (2005),《台灣 TFT-LCD 大尺寸液晶面板廠商研發效率與影響因子分析》, 政治大學科技管理研究所碩士論文。
- 簡菁凡 (2005),《專利指標對台灣半導體產業創新研發績效之影響》, 開南管理學院企業管理研究所碩士論文。
- 簡尚煉 (2006),《台灣地區發光二極體下游產業經營績效分析》, 長庚大學企業管理研究所碩士論文。

二、國外文獻

- Amemiya, T. (1984), "Tobit Models: a survey," *Journal of Econometrics*, 24, 3-63.
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in DEA," *European Journal of Operational Research*, 30, 1078-1092.
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., and Thanassoulis, E. (1991), "Applied Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1979), "Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 3, 339-350.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Morey, R. C. and Rousseau, J. (1985), "Sensitivity and Stability Analysis in DEA," *Annals of Operation Research*, 2: 139-156.
- Coelli, T. (1996), "A Guide to DEAP Version 2.1: a Data Envelopment Analysis (Computer) Program," *CEPA Working Paper*, 1-49.
- Cristina, A. B., Sten, A. T., and Joaquina, L. (2004), "Fundamental Analysis of Stocks by Two-Stage DEA," *Managerial and Decision Economics*, 25, 231-241.
- Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of Royal Statistical Society Series A*, 120, 253-290.
- Farrell, M. J. and Fieldhouse, M. (1962), "Estimating Efficient Production Frontiers under Increasing Returns to Scale," *Journal of Royal Statistical Society*, 252-267.

- Golany, B. and Roll, Y. (1989), "An Application Procedure of DEA," *OMEGA*, 17, 237-250.
- Joe, Z. (2000), "Multi-Factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies," *European Journal of Operational Research*, 123 : 105-124.
- Seiford, L., Zhu, J. (1999), "Profitability and Marketability of the Top 55 US Commercial Banks," *Management Science*, 45 : 1270-1288.
- Wang, C. H., Gopal, R. D. and Zojntis, S. (1997), "Use of Data Envelopment Analysis in Assessing Information Technology Impact on Firm Performance," *Annals of Operations Research*, 191-213.
- Xueming, L. (2003), "Evaluating the Profitability and Marketability Efficiency of Large Banks : an Application of Data Envelopment Analysis," *Journal of Business Research*, 56 : 627-635.

三、網路資料庫

- DigiTimes 中文網, <http://www.digitimes.com.tw/>
- IEK 產業情報網, <http://ieknet.itri.org.tw/index.jsp>
- LEDinside, <http://www.ledinside.com.tw/>
- MIC 產業情報研究所, <http://mic.iii.org.tw/index.asp>
- 中央銀行全球資訊網, <http://www.cbc.gov.tw/mpl.html>
- 公開資訊觀測站, <http://newmops.tse.com.tw/>
- 台灣經濟新報資料庫, <http://140.119.115.32/tejcount>
- 光電科技工業協進會, <http://www.pida.org.tw/welcome.asp>
- 全國碩博士論文網, <http://etds.ncl.edu.tw/theabs/index.html>
- 經濟部投資業務處, <http://www.dois.moea.gov.tw/main.asp>
- 經濟部能源局, <http://www.moeaec.gov.tw/>
- 經濟部智慧財產局, <http://www.tipo.gov.tw/ch/index.aspx>
- 光磊科技, <http://www.opto.com.tw/>

洲磊科技，<http://www.unilite.com.tw/>

泰谷光電，<http://www.tekcore.com.tw/>

鼎元光電，<http://www.tyntek.com.tw/>

晶元光電，<http://www.epistar.com.tw/>

華上光電，<http://www.aocepi.com/>

新世紀光電，<http://www.g-photonics.com/>

廣鎔光電，<http://www.hugaopto.com.tw/>

璨圓光電，<http://www.forepi.com.tw/>



附錄

一、DEA 之投入產出變數詳細數據資料

附表 1-1 2004~2006 年各公司研發效率之投入產出變數數據資料

年度	DMU	投入變數		產出變數
		研發資本	博碩士員工數	兩年間申請核準的平均專利權數量
2004	晶電	4758747.13	66	36.50
	璨圓	1737923.50	34	37.00
	泰谷	1193442.62	19	3.50
	新世紀	1043688.52	11	20.00
	華上	3149972.68	58	29.00
	鼎元	1760710.38	12	5.00
	光磊	8166666.67	63	18.50
	洲磊	1287759.56	17	5.00
	廣鎔	488633.88	11	2.00
2005	晶電	4476214.31	131	30.50
	璨圓	1681471.39	34	27.00
	泰谷	1368228.88	20	4.00
	新世紀	894986.38	13	21.50
	華上	3557792.92	60	36.00
	鼎元	1532752.04	16	7.00
	光磊	6824713.90	58	8.00
	洲磊	636321.53	15	3.00
	廣鎔	1038256.13	15	6.00
2006	晶電	5136704.87	176	33.50
	璨圓	1168997.13	33	11.50
	泰谷	1900229.23	25	6.50
	新世紀	780802.29	14	18.00
	華上	3457106.02	69	24.50
	鼎元	1411690.54	17	7.50
	光磊	1586246.42	61	3.50
	洲磊	543151.86	15	2.00
	廣鎔	865673.35	41	14.50

單位：研發資本(仟元)、博碩士員工數(人)、專利數(件)

資料來源：各公司年報與財務報告書、台灣經濟部智慧財產局專利資料庫

附表 1-2 2006~2008 年各公司獲利效率之投入產出變數數據資料

年度	DMU	投入變數		產出變數
		三年間累積加權平均的專利權數量	行銷費用	營業毛利
2006	晶電	69.00	101115	1919421
	璨圓	46.00	56981	50640
	泰谷	4.67	17050	275140
	新世紀	25.33	11101	288812
	華上	41.67	43545	517456
	鼎元	7.33	28831	527238
	光磊	44.67	164193	2270568
	洲磊	13.33	11156	46208
	廣鎔	4.00	16954	341286
2007	晶電	68.00	128867	3258944
	璨圓	66.67	66556	324341
	泰谷	6.67	25217	204975
	新世紀	32.67	17623	477740
	華上	59.00	34151	298350
	鼎元	9.33	33602	680933
	光磊	34.67	270754	2010008
	洲磊	11.00	19615	44266
	廣鎔	2.67	43938	634780
2008	晶電	65.33	198700	1231623
	璨圓	53.33	54589	288582
	泰谷	7.67	26485	264316
	新世紀	45.67	40094	553125
	華上	67.33	46539	-188241
	鼎元	14.00	35363	489849
	光磊	21.67	155248	1642795
	洲磊	6.67	28408	-51530
	廣鎔	13.33	31636	738141

單位：專利數(件)、行銷費用(仟元)、營業毛利(仟元)

資料來源：各公司年報與財務報告書、台灣經濟部智慧財產局專利資料庫

二、Tobit 迴歸分析之影響因子變數詳細數據資料

附表 2-1 2004~2006 年各公司研發效率之影響因子變數數據資料

		影響因子變數				
年度	DMU	發明專利比例	專利累積存量	專利變化數量	研發資本人力比	員工教育程度
2004	晶電	100.00	85	4	138.27	9.23
	璨圓	93.24	21	-3	158.28	8.92
	泰谷	100.00	3	7	125.53	6.76
	新世紀	100.00	2	2	242.83	8.21
	華上	55.17	47	-3	140.38	6.92
	鼎元	80.00	5	22	82.57	2.54
	光磊	94.59	78	1	80.96	5.37
	洲磊	100.00	19	22	134.03	8.17
	廣鎔	100.00	3	15	58.37	5.31
2005	晶電	100.00	127	-4	137.89	12.11
	璨圓	90.74	57	-2	128.16	8.85
	泰谷	87.50	6	-17	101.10	6.19
	新世紀	100.00	26	0	215.87	9.35
	華上	41.67	69	14	85.72	7.49
	鼎元	85.71	10	-8	78.46	2.69
	光磊	93.75	105	1	83.70	5.06
	洲磊	100.00	25	2	89.70	7.77
	廣鎔	75.00	7	-13	129.26	6.17
2006	晶電	98.51	157	12	161.58	10.72
	璨圓	100.00	95	-2	141.03	7.50
	泰谷	92.31	10	-4	141.91	6.65
	新世紀	100.00	42	4	133.24	8.14
	華上	38.78	105	0	62.22	5.98
	鼎元	66.67	15	11	64.30	2.81
	光磊	85.71	115	0	18.02	5.13
	洲磊	100.00	29	-22	171.83	7.14
	廣鎔	89.66	7	1	75.48	8.06

單位：發明專利比例(%)、專利累積存量(件)、專利變化數量(件)、研發資本人力比(仟元)、員工教育程度(%)

資料來源：各公司年報與財務報告書、台灣經濟部智慧財產局專利資料庫、台灣經濟新報資料庫

附表 2-2 2006-2008 年各公司獲利效率之影響因子變數數據資料

		影響因子變數					
年度	DMU	員工人數	員工平均年資	員工平均年收	員工教育程度	行銷能力	發明專利比例
2006	晶電	1642	3.07	696.62	10.72	62.21	100.00
	璨圓	440	1.98	427.97	7.50	14.76	98.08
	泰谷	376	2.17	809.41	6.65	45.89	100.00
	新世紀	172	1.70	408.77	8.14	54.45	100.00
	華上	1153	2.31	489.73	5.98	73.80	76.79
	鼎元	606	3.20	473.30	2.81	100.05	77.78
	光磊	1190	6.17	590.89	5.13	42.80	88.33
	洲磊	210	2.56	598.08	7.14	57.66	100.00
	廣鎔	509	1.57	429.24	8.06	61.51	100.00
2007	晶電	3024	3.03	762.46	11.01	79.20	100.00
	璨圓	592	2.07	463.44	5.24	21.49	93.18
	泰谷	462	2.60	471.10	7.79	36.26	100.00
	新世紀	280	1.70	728.12	8.93	59.08	100.00
	華上	952	2.49	664.60	4.41	91.51	59.04
	鼎元	776	3.09	500.99	3.09	89.76	76.92
	光磊	1231	5.67	581.40	5.44	25.00	92.98
	洲磊	346	3.15	330.65	4.05	35.83	100.00
	廣鎔	680	1.79	661.66	8.82	42.62	100.00
2008	晶電	2877	3.69	777.89	13.80	51.94	100.00
	璨圓	578	2.84	586.31	6.06	26.89	94.44
	泰谷	488	2.60	454.04	6.97	37.42	90.91
	新世紀	257	2.44	896.73	12.06	34.67	100.00
	華上	624	3.34	617.45	5.13	27.50	51.06
	鼎元	707	3.80	552.43	4.10	80.02	89.47
	光磊	1278	6.67	676.62	4.54	41.92	93.02
	洲磊	209	2.68	776.85	4.78	27.01	100.00
	廣鎔	795	1.85	752.48	9.56	63.29	81.25

單位：員工人數(人)、員工平均年資(年)、員工平均年收(仟元)、員工教育程度(%)、發明專利比例(%)

資料來源：各公司年報與財務報告書、台灣經濟部智慧財產局專利資料庫、台灣經濟新報資料庫