

第二章 文獻探討

2.1 台灣科技產業的發展歷程

台灣的產業發展活動在 1950 及 1960 年代，分別以輕工業及出口加工為主，當時產業界及學術界投入研發活動的極為稀少。到了 1970 年代中期，由於整體經濟發展面臨轉型的挑戰，使得政府體認到台灣在自然資源貧瘠、國內市場規模小的限制下，有必要考量未來產業升級的需求，於是興起了發展高科技產業的想法。決策當局汲取當年發展輕工業及設置加工出口區的成功經驗，並參酌國外設立科學園區成功發展科技的有效策略，再充分評估國內外之主、客觀條件後，乃決定於 1980 年正式設置科學園區，目的在於塑造台灣高品質的研發、生產、工作、生活、休閒的人性化環境，以吸引高科技人才，引進高科技技術，建立高科技產業發展基地，促進台灣產業升級。而同年經建會委託資策會研究「中華民國資訊電腦業部門發展計劃（1980~1989 年）」，亦於 1982 年 2 月呈行政院核定實施，並首度認定資訊電腦業為策略性工業，國內電子資訊工業自此開始蓬勃發展。

1980 年代，我國電子資訊工業開始為國際 PC 大廠代工，奠立我國組裝工業之基礎。1986 年宏碁電腦推出自行研發之 80386 個人電腦，IBM 也於當年決定將 PC 授權台灣生產，使台灣的 PC 代工業大幅成長，於是當年擠進全球十大資訊產品生產國，更創造了 90 年代資訊產業大幅擴張之時期，廠商為加強生產基地，也開始外移東南亞。

隨著聯電、台積電奠立台灣半導體產業之代工基礎，及世界先進等廠商投入 8" 晶圓代工，使台灣半導體產業於 1993~1994 年在全球 IC 市場的興起也大幅起飛。由於半導體零組件自給率的提昇，更使台灣以 PC 工業為核心的資訊產業邁向垂直整合的階段。

我國筆記型電腦始於 1990 年，但其中之重要零組件的 LCD 面版，長久以來一直仰賴國外供應，直到 1997 年中華映管與三菱電機在第三代的技術合作，使

我國的液晶顯示器裝置產業向前跨進一大步，不但更開啟了我國液晶顯示器產業的發展願景，更深化我國在零組件自給率的能力。

台灣電子資訊工業歷經二十年的努力發展，已締造了全球產值第三位的資訊硬體工業之佳績，零組件之半導體工業也創造了全球第四位之供給重地。

表 2-1 台灣資訊電子工業成長演變

US\$M

產業別 \ 年份	1999 年 (我國產值)	成長率	2000 年 (我國產值)	成長率
資訊硬體產業	21,023	9%	23,209	10.5%
平面顯示器產業	840	128%	3,166	276%
半導體產業	12,512	48%	22,434	79%
電腦網路產業	1,994	13.6%	3,446	72.8%
無線通訊產業	414.2	35.3%	983	137%
資訊軟體產業	3,181	30%	4,139	30%
資訊家電產業	838.4	-	1,325	58%

➤台幣：1999 年美元匯率以 30：1 估算，2000 年美元匯率以 32：1 估算。資訊家電產業統計始於 1999 年。

根據表 2-1 顯示，台灣目前成長最快速之產業為零組件工業之半導體及平面顯示器產業，其次為電腦網路與無線通訊產業。資訊硬體工業之國內產值則仍維持二位數的成長率。

2.2 科學園區高科技產業的研究發展

竹科之設立是促成高科技產業發展的重要措施，經過二十餘年的經營，確實已成為台灣高科技產業的代名詞。在邁入二十一世紀之際，全球經濟普遍籠罩在景氣下滑的陰霾中，自然資源有限的台灣更必須藉由發展科技產業，始能維持經濟的穩定成長，因而以規劃具特色之主題園區，作為加速高科技產業發展的政策。本章節將從人力資源、產業發展、研究發展、未來展望等方面，探討科學園區高科技產業發展，作為其他科技產業經營之參考。

2.2.1 人力資源

竹科自 1980 年創設，至 2001 年已經開發新竹科學工業園區 625 公頃及竹南基地 118 公頃，共引進高科技公司 312 家，從業人員達 96,362 人，其中專科以上人力佔 65%(大學以上佔 39%)，平均年齡 32 歲，男女員工比例為 50% 比 50%。海外歸國學人 4,292 人，由學人參與設立的園區公司 123 家，在園區 21 年發展過程中，歸國學人扮演了極為重要的角色，他們所帶回的科學技術與經營理念在園區逐步生根茁壯，帶動並提昇台灣高科技產業的整體發展。

2.2.2 產業發展

園區的高科技廠商已具備整體宏觀的策略思考能力，許多廠商早與美國、日本建立緊密的合作關係，更進而成為美國高科技產業在海外最重要的合作夥伴。許多區內資訊大廠採取全球產業水平分工、全球運籌式產銷策略，藉此進行技術與人力交流，目前已有 60 家園區公司在世界各地設立據點，藉由國際合作與策略聯盟結合國際研發資源，發揮整合效應，積極轉型成為世界級企業。

目前竹科已設立營運之科學工業，包括積體電路、電腦及週邊設備、通訊、光電、精密機械及生物技術等六大產業：

1.積體電路

積體電路產業為園區近幾年成長最快且為重要的產業，包括 IC 設計、IC 製造(晶圓代工)、IC 材料、IC 構裝、測試、製程設備、矽晶圓材料等。

90 年台灣 IC 總產值為新台幣 5,243 億元，較 89 年衰退 26.6%，其中 IC 製造、封裝與測試衰退二至三成，僅 IC 設計業因投注的多屬利基產品，產值較 89 年微幅成長 3.5%。

在園區部份，至 90 年 12 月底止，積體電路產業共有 123 家公司進入園區營運，營業額新台幣 3,768 億元，較 89 年衰退 35%。

在 IC 設計方面，園區 IC 設計公司共計 64 家，產品含括電腦及週邊 IC、通訊 IC 與消費性 IC 三大領域，園區 IC 設計產業至 90 年底之實收資本額為新台幣 502 億元，其中營業額超過 10 億元者共有 14 家。

面對中國大陸與其他國家設計業的競爭與挑戰，發展台灣成為高附加價值的 SoC(System on Chip)設計與製造中心，為我國 IC 設計產業努力的方向。要達成 SoC 設計與製造中心的目標，國內設計公司必須掌握矽智財權(IP)、CAD、高速與高頻、射頻(RF)與類比晶片等關鍵技術的開發，此外，與上游系統廠商在 SoC 規格與應用上合作亦為首要之務。

在 IC 製造方面，至 90 年 12 月底止，共有 16 家廠商，總營業額新台幣 2,599 億元，較 89 年衰退達 39.54%。惟由園區 IC 製造廠商 0.18 微米以下的高階製程已經出現產能滿載的現象觀察，復甦的腳步應已不遠。

90 年新竹園區 IC 製造產業另一個值得觀察的發展，就是 12 吋晶圓廠的興起，園區廠商在 12 吋晶圓廠的興建是否為景氣回升時產能增加的助力，抑或是造成另一波供過於求的導火線，則仍待繼續觀察。

2.電腦及週邊設備

電腦及週邊產業亦為園區內最主要的產業，包括電腦系統、儲存設備、輸入設備、輸出設備、網路設備、特殊軟體及關鍵性機電與被動零組件等。

截至 90 年底止，園區電腦與週邊產業共計 51 家，營業額新台幣 1,611

億元，成長率-25%。綜觀整體產業之發展，雖然受到全球不景氣及後 PC 時代產業前景不明確影響，造成園區電腦與週邊產業全年累計營業額呈現負成長，但是其中之軟體、儲存設備、網路設備等次產業卻呈逆勢成長。

由於產業競爭環境日趨激烈，企業之間合併／重整亦持續進行。園區著名的宏碁電腦，在自有品牌與代工業務均已成長至相當規模之後，由於內部資源限制以及市場行銷策略的差異，遂成立「緯創資通股份有限公司」，朝專業的研製代工服務發展。

近年來電腦普及率與互聯率雖持續攀升，但技術與市場成熟期的陰影卻始終籠罩著電腦及週邊設備產業，因此，園區資訊廠商需積極努力地尋求資訊與通訊及家電結合的新應用，為台灣電腦及週邊產業開拓新的願景與方向。

3. 通訊

通訊產業已引進四類產品：電訊系統（包括電話機、數據機、交換機）、微波無線通訊系統與半導體等相關元件、光纖系統與元件及衛星通訊系統。

截至 90 年底，園區通訊廠商共計 57 家，營業額新台幣 561 億元，較 89 年成長 11%，產品技術發展重點為網際網路應用產品、無線區域網路 (WLAN)、寬頻傳輸設備(ADSL 等)、無線通訊及語音/視訊設備等。

90 年引進重點包括光纖通訊關鍵零組件及模組、網際網路通訊設備、高頻高速傳輸設備、無線通訊、基地台系統及射頻元件。

隨著全球網路產業朝向寬頻發展，光通訊朝向更具彈性的各類擷取設備及區域網路產品發展。在無線通訊方面，行動電話(如 GPRS、WCDMA)、無線電話系統(如 DECT)、無線區域網路及衛星通訊(如 GPS)等均有新的發展。

未來通訊產業重點發展技術將包括高速寬頻傳輸設備(VDSL 等)、高階網際網路存取設備、通訊軟體技術、光通訊元件、無線通訊、射頻元件及藍芽晶片等之關鍵元件開發技術。

4. 光電

光電產業已引進光電系統及元件（如 LT Poly Si TFT-LCD/PDP/OLED 平

面顯示器、彩色顯示管、光碟機、數位式靜止畫面照相機、接觸式影像感應器、光電半導體、光電二極體等)及光學系統元件(如儀器、鏡片等)。

至 90 年 12 月底核准入區之光電產業共計 51 家，由於全球經濟衰退，部份園區光電產業公司發生企業合併以及營運策略調整現象，造成光電產業 90 年營業額減少為新台幣 624 億元，較去年衰退 22%。

90 年園區光電產業中以平面顯示器廠商營收最多，營業額達新台幣 290 億元，其次為光電材料元件系統廠商，營業額新台幣 128 億元，另外，光學元件系統廠商 90 年營收為新台幣 47 億元，以配合數位化影像世界來臨之數位相機，成長最佳。

綜觀 90 年園區光電產業，雖在營收上大幅衰退，但在技術提昇與產業結構整合上另有一番氣象。於新投資案可看出大型量產公司減少，多以開發上游原材料與關鍵組件型態公司為主，而光纖通訊相關產品的開發，更可看出未來高速網路資料傳輸與區域網路連結等寬頻光纖傳輸市場將指日可待。在整體產業營運結構上，亦透過企業之合併，重整市場，並藉此重新整合技術與資源，避免關鍵零組件受限外國廠商之困境。

5.精密機械

精密機械產業已引進自動化系統(如 PC-based NC 控制器、機器人、水刀、工廠資訊自動化等)、自動化元件(如精密齒輪刀具、線性滑軌、伺服馬達、表面處理等)。

新竹科學園區 11 家精密機械廠商 90 年總營業額 48 億元，較 89 年衰退 2%。雖受全球整體產業環境不景氣之影響，園區廠商仍配合國內半導體及光電產業之發展，持續投資產製半導體前端設備與自動化搬運系統。

國內近四年陸續投資建立五座大尺寸 TFT LCD 工廠，直接帶動各型製程設備之需求。其中錙德科技、愛思強、富創得等公司即從事 300mm 半導體前端設備(SMIF 晶圓盒、12 吋晶圓盒、晶圓開啟機、機械手臂、物料追蹤系統等)及大尺寸液晶片搬運系統等之開發。展望未來，在園區完整的半導體及 TFT

產業結構之下，勢將吸引更多以開發半導體及光電產業相關之自動化設備與特殊材料為主的投資。

6. 生物技術

生物技術產業已引進疫苗試劑、藥物控制貼劑、醫療器材、7-胺基頭孢素及種苗、生醫材料與檢驗認證服務等

截至 90 年底，園區生技廠商共計 19 家，營業額新台幣 13 億元，較去年成長 18%。90 年度新核准入區的公司中，興技生物科技公司為符合 GMP/FDA 規定之生物可吸收高分子材料專業製造商。另外，創新基因科技公司初期將以中央研究院授權的技術為基礎，開發成 anti-GnRH 蛋白質疫苗，繼而共同研究開發 DNA 疫苗的上游技術，期能提昇我國生技產業的國際競爭地位。

未來園區將利用區內已成熟發展之半導體及電子資訊產業的優勢，朝結合電腦資訊之生物電子產業發展，如生物感測器、生物晶片及生化檢驗儀等。另外，園區四期竹南基地生物技術產業專區則將有效利用週邊支援研究機構，以小量試產的製藥產業、生物資訊產業以及研究發展為主，希望藉著健全生技產業基礎設施，引進一至二家大型生技公司做為標竿，建立成功模式，並配合研發成果及技術團隊成立衍生公司。

2.2.3 研究發展—廠商研發

園區廠商 89 年共投注新台幣 492 億元於研究發展上，佔總營業額 5.42%，對照台灣製造業平均只有 1.3% 左右的研發比例，顯見園區公司投資研發意願遠高於國內一般廠商。

492 億的研究發展經費中，以積體電路產業研發經費新台幣 352 億元最多，生物技術產業 21.79% 的研發比例最高。園區研究人員共計 10,202 人，約佔總員工數 10.25%，其中亦以積體電路產業的研究人員最多，共計 5,392 人。

除了創新研發之外，園區廠商對智慧財產權亦相當重視，積極申請國內外

專利。89 年專利核准案件中，聯華電子公司國內、外專利分別為 1,000 件及 434 件，均為園區第一。

2.2.4 未來展望

新竹科學園區之開發設置，已達成吸引高科技產業投資之策略目標，成功為我國高科技產業塑造國際競爭優勢。未來台灣科學園區之開發與營運模式，將朝向地方化與民營化方式，期能減輕政府財政負擔，並借重地方及民間之在地優勢及企業活力與彈性，共同開發科學園區。

甫於 90 年初修正通過之「科學工業園區設置管理條例」，已開放可由民間在當地市鄉毗鄰科學園區或科學園區特定區計畫範圍內，取得土地開發，並納入科學園區範圍。「科學工業園區」是帶動區域性經濟及人文發展的原動力，政府於適當地點設置核心園區，再加以鄰近地區衛星園區之建置，帶動附近相關產業之發展，並藉此提昇產品技術，形成多個高科技產業聚落。除了加強與創業育成中心銜接外，並與以製程及量產為導向的科技工業區整合，形成結構完整的產業上、中、下游供應鏈，提昇各類工業園區之附加價值，進一步強化我國高科技產業國際市場競爭力。

秉承新竹與台南科學園區開發成功之經驗，並盱衡全球科技產業發展趨勢及產業分工角色之演變，政府將加速中部科學園區之建設，改善中台灣產業投資環境，以均衡區域產業發展、帶動產業升級、繁榮地方經濟，早日達成建設台灣成為「綠色矽島」之國家政策目標。

2.3 台灣科技產業發展環境及策略分析

2.3.1 發展環境分析

1. 後 PC 時代來臨

在資訊、通訊、消費性產品的快速整合趨勢下，少量多樣化的產品需求、整合性功能，已成為資訊家電市場的特性。因此，企業如何加強產品、銷售之管理、提昇研發能力、快速因應市場變遷，成為重要的關鍵。

後 PC 時代之資訊家電乃結合資訊、通訊、消費性電子、光電、半導體、軟體等之整合技術，與過去之個別產業，獨立之技術大不同。是立足於過去之產業基礎所發展出來的新興工業。因此必須建構完整的上、下游之產業體系，充分利用大陸的資源，並結合品牌、銷售通路，才能開拓未來的潛在市場機會。



2. 網際網路潮流興起

隨著 Internet 的風潮，低價化、高功能、大容量的資訊時代已來臨。這些終端設備已不再侷限於 PC，各種依特定之小型市場所設計的 IA 個性化商品呼之欲出。如何快速因應市場需求，適時提供適當之商品與消費者，成為二十一世紀廠商競爭的方法之一。

3. 產業邁向知識經濟時代

隨著全球高科技產業邁向 3C 整合的潮流，系統整合、嵌入式軟體、高附加價值的技術研發，成為各家廠商轉型的目標。我國電子資訊工業也因全球的科技趨勢，漸漸由勞工密集、資金密集的工業，轉而邁向知識密集的時代。因此，提昇我國之研發技術，落實研發基礎乃是未來發展成為亞太科技技術研發重鎮之開端。

4. 核心競爭力之移轉

資訊軟體產業的發展成果，為我國電子資訊工業奠定了堅強的發展基

礎。然如今隨著電腦、半導體、通訊業技術之成熟，我國也漸漸將重心往軟體、通訊、關鍵零組件方面移轉。而在產業具備競爭基礎後，研發能力也隨之提高，接單方式也由過去單純的委託生產，進階為 ODM 及廣設海外據點，以掌握商機，加強服務廠商之全球運籌方式（Global Logistic）。這當中除了製程上不斷創新外，產品的創新更是當務之急。

2.3.2 發展策略分析

1. 擴大產業聚落範圍

『快速、彈性』的中小企業經營模式，是過去我國電子資訊工業的發展基石，也凝聚了各相關產業之完整聚落（cluster），然隨著勞力成本的提昇，後 PC 時代的技術整合需求，我國企業之觸角也漸漸往外延伸，因此有效地將此聚落擴大並形成，將是因應二十一世紀之多樣少量市場的不二法則。

2. 加強新興之關鍵零組件產業之建置

二十一世紀的資訊科技競賽中，『誰掌握了關鍵零組件，誰就掌握了市場與技術』。我國必須由勞力密集工業轉進知識密集工業，以因應知識經濟新時代之需求。因此，如發展無線通訊之相關元件、光纖通訊之重要元件及光電產業之平面顯示器元件等，成為未來產業發展重點。

3. 策略性重點產業之輔導

3C 時代的技術需求，以系統整合、軟體、無線通訊最為重要，擬訂系列的輔導措施從人才養成，重點產品的研究，產業體系的建構著手，才能使我電子資訊工業之體系更行完整化。

4. 基礎設施之建置與改善

發展我國成為亞太科技的研發重鎮，首要改善之一乃為環境設施，如通訊系統的建設，居住環境的改善，多種外語學校的設立等。這些基礎設施是國際大廠可考量是否將研發中心設立在當地的重點因素之一。我國必須考量

研發人才之需求，加強這方面之建置，才能吸引國際大廠來台設立研發中心，進而成為亞太地區的研發重鎮。一地難求是廠商投資最大的困擾，如何加速傳統工業區周邊環境的改善，充分利用閒置之設施與土地，是我們另一個需加強努力的目標。



2.4 資料包絡分析模式

◆ DEA 模式介紹

DEA (Data Envelopment Analysis) 又稱為資料包絡分析法，係利用包絡 (envelope) 觀念將所有 DMU 的投入及產出項目投射 (mapping) 於超平面 (hyper plane) 的空間中，以尋找出最高產出或最低投入的邊界。凡是落在邊界上的 DMU 即稱為具有相對效率，不在邊界上的 DMU 則被視為不具有相對效率，進而可以提供無效率 DMU 改善的方向與決定組織內資源分配的參考。DEA 模式利用邊界方式將觀測值予以包絡的無母數分析方法，以「產出/投入」的比例方式來評估績效。

DEA 所衡量的相對效率係建立在柏拉圖最適境界 (Platonic Optimality) 的效率觀念上，而所謂柏拉圖最適境界則是指無人可在不損及他人的情況下增加任一人的利益。因此，根據柏拉圖最適境界的觀念，只要符合下列情形之一，則稱為一個決策單位是達到最適境界：

1. 除非增加投入量資源或減少若干其他產出項之產量，否則一產出項之產量無法被增加。
2. 除非減少產量或增加若干其他投入項之投入資源，否則一投入項之投入資源無法被減少。

由上述可知，DEA 並非預設各項投入與產出之間的關係，而是經由相對比較的觀念，決定各 DMU 的效率值。因此，DEA 不僅能找出各 DMU 的效率值，還能指出各 DMU 應該如何調整其投入與產出項之結合，以達到高效率的目標。

◆ DEA 的優點

1. 極易處理多項投入、多項產出的評估問題，無須面臨預設函數之認定及參數估計之困難，在實用上較為可行。
2. 不受不同計量單位之影響。

- 3.以 DEA 評估效率的結果係一綜合指標，此綜合指標可以描述經濟學上總生產要素生產力之概念。
- 4.DEA 模式中的權重係由數學規劃所產生，無人為主觀的成分在內，因此能滿足立足點的公平原則，分析客觀且具體。
- 5.DEA 方法不僅可以處理比率尺度資料，亦可處理順序尺度資料，使其在資料處理上較具彈性。
- 6.評估結果對資源使用狀況可以得到較多訊息，以提供決策者從事政策擬定時之參考。

◆ DEA 評估模式之演進

1.Farrel生產效率評估



Farrel 於 1957 年發表了「The Measure of Productive Efficient」，首先在文中提到以等產量曲線衡量技術效率、分配效率，並且建立數學規劃模式為衡量效率的理論基礎。1962 年，Farrel & Fieldhouse 放寬了固定規模（CRS）的假設，處理規模報酬遞增時的效率衡量問題，然而僅限於單一產出的狀況。1978 年，Charnes、Cooper 和 Rhodes 將 Farrel 的觀念擴展於多元投入、多元產出的狀況，並建立線性規劃模式為 CCR 模式，以解決固定規模效率之計算，從此將此方法命名為 DEA。

2.後續DEA理論的發展

後來的學者將影響效率評估模式的不同生產技術性質，如凸性（convexity）、自由處置性（free disposability）及規模報酬（return to scale）等三項加以改變而改良了 DEA 的模式。而這些理論的貢獻分別是（黃長源，1997）：

- （1）1982 年，Koop, Diewert, & Zieschang 三位學者提出成本效率，並將成本效率分解為技術效率與配置效率。

- (2) 1984 年，Banker, Charnes, & Cooper 三位學者以生產可能集合的四個公理和 Shephard 距離函數建立 BCC 模式，將技術效率分解為純技術效率與規模效率。上述的成本效率模式及 BCC 模式對 DEA 理論貢獻很大。
- (3) Byrnes, Fare, & Grosskopf 三位學者依據不同的參考集合導出效率衡量模式，將技術效率分解為純粹技術效率、擁擠效率與規模效率。
- (4) Banker, & Morey 二位學者提出含有不可控制外生變數之 DEA 改良模式。
- (5) Charnes, Clark, Cooper, & Golany 四位學者考慮了時間的因素而提出 window analysis 以比較不同時期的相對效率。
- (6) Sueyoshi 提出附加模式 (Additive Model)。
- (7) Banker, & Morey 二位學者提出處理種類變數之 DEA 改良模式。
- (8) Banker 提出估計最適生產規模的改良模式。
- (9) Banker, & Maindiratta 二位學者提出片段對數線性之 DEA 模式，可估計 S 型函數的邊界。

由於 DEA 模式改良日益完整，而且能彌補比例法和迴歸分析法的缺點，因此，DEA 的運用範疇相當廣泛，涵蓋了交通運輸、教育、醫療院所、健保組織、軍事、政府機關、能源、礦業、法庭、銀行、郵局、國家公園管理、農業、林業、高科技之研發部門、航空公司、百貨業等各層面。

◆ DEA-BCC 模式

BCC 模式中，投入產出之關係為變動規模報酬，是 Banker、Charnes 及 Cooper 在 1984 年所發展出來之模式。經由此模式可得知無效率之原因為技術無效率或規

模無效率。

1. BCC投入導向的初始式及對偶式：

模式一：Input-Oriented BCC Primal

模式二：Input-Oriented BCC Dual

$$\begin{aligned}
 & (BCC_P - I) \\
 \min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} & z_0 = \theta - \varepsilon \cdot \bar{1} s^+ - \varepsilon \cdot \bar{1} s^- \\
 \text{s.t.} & Y\lambda - s^+ = Y_0 \\
 & \theta X_0 - X\lambda - s^- = 0 \\
 & \bar{1}\lambda \geq 1 \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (BCC_D - I) \\
 \max_{\mu, \nu} & w_0 = \mu^T Y_0 + \mu_0 \\
 \text{s.t.} & \nu^T X_0 = 1 \\
 & \mu^T Y - \nu^T X + \mu^0 \bar{1} \leq 0 \\
 & -\mu^T \leq -\varepsilon \cdot \bar{1} \\
 & -\nu^T \leq -\varepsilon \cdot \bar{1} \\
 & \mu_0 \text{ free}
 \end{aligned}$$



2. BCC產出導向的初始式及對偶式：

模式三：Output-Oriented BCC Primal

模式四：Output-Oriented BCC Dual

$$\begin{aligned}
 & (BCC_P - O) \\
 \max_{\phi, \lambda, s^+, s^-} & z_0 = \phi + \varepsilon \cdot \bar{1} s^+ + \varepsilon \cdot \bar{1} s^- \\
 \text{s.t.} & \phi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0 \\
 & X\lambda + s^- = X_0 \\
 & \bar{1}\lambda = 1 \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (BCC_D - O) \\
 \min_{\mu, \nu, \nu_0} & q_0 = \nu^T X_0 + \nu_0 \\
 \text{s.t.} & \mu^T Y_0 = 1 \\
 & -\mu^T Y + \nu^T X + \nu^0 \bar{1} \geq 0 \\
 & \mu^T \geq \varepsilon \cdot \bar{1} \\
 & \nu^T \geq \varepsilon \cdot \bar{1} \\
 & \nu_0 \text{ free}
 \end{aligned}$$

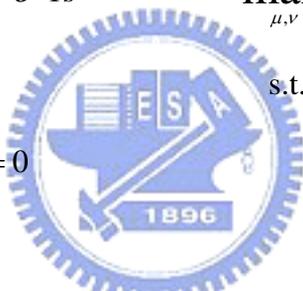
◆ DEA-CCR 模式

CCR 模式係假設投入產出間之關係為固定規模報酬，是 Charnes、Cooper 及 Rhodes 在 1978 年根據 Farrel 的生產效率評估所發展出來之模式。其評估方法是對各個組織單位進行評估，再將這些街受評估的各項投入與產出因子分別以線性組合的比值（產出/投入）為其效率值，同時定義最大效率值為 1，代表有效率的單位；反之，則為無效率的單位。其數學式表示如下：

1. CCR 投入導向的初始式及對偶式：

模式一：Input-Oriented CCR Primal

模式二：Input-Oriented CCR Dual

$\min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} (CCR_p - I)$ $z_0 = \theta - \varepsilon \cdot \bar{1} s^+ - \varepsilon \cdot \bar{1} s^-$ <p>s.t.</p> $Y\lambda - s^+ = Y_0$ $\theta X_0 - X\lambda - s^- = 0$ $\lambda, s^+, s^- \geq 0$		$\max_{\mu, \nu} (CCR_D - I)$ $w_0 = \mu^T Y_0$ <p>s.t.</p> $\nu^T X_0 = 1$ $\mu^T Y - \nu^T X \leq 0$ $-\mu^T \leq -\varepsilon \cdot \bar{1}$ $-\nu^T \leq -\varepsilon \cdot \bar{1}$
---	--	--

2. CCR 產出導向的初始式及對偶式：

模式三：Output-Oriented CCR Primal

模式四：Output-Oriented CCR Dual

$\max_{\phi, \lambda, s^+, s^-} (CCR_p - O)$ $z_0 = \phi + \varepsilon \cdot \bar{1} s^+ + \varepsilon \cdot \bar{1} s^-$ <p>s.t.</p> $\phi Y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$ $X\lambda + s^- = X_0$ $\lambda, s^+, s^- \geq 0$	$\min_{\mu, \nu, \nu_0} (CCR_D - O)$ $q_0 = \nu^T X_0$ <p>s.t.</p> $\mu^T Y_0 = 1$ $-\mu^T Y + \nu^T X \geq 0$ $\mu^T \geq \varepsilon \cdot \bar{1}$ $\nu^T \geq \varepsilon \cdot \bar{1}$
---	--

◆ DEA 方法之原理與應用

1. DEA 方法之原理如下：

DEA 是一種目標規劃法 (Goal Programming)，它的功能就在於能夠產生一個 0 與 1 之間的效率分數，而每個績效測量單位就像是一個輸入或一個輸出都可以被分類的；每一個決策單位的效率分數就是「產出/投入」所產生的比值。在 DEA 方法中最重要的兩個重點在於準則的選定及權重的決定，而我們所求出的效率因數就是介於一個 0 與 1 之間的效率分數。

假定有 j 單位要進行績效評估，如何求出單位 k 可能最大值的效率分數，Model 如下：

Maximize score of unit k ————— (1)

可選擇 j 單位中之單位 k 計算出其效率分數最大值

subject to :

score $_j \leq 1$ ————— (2)

j 單位中任一單位之效率分數 (包含 k) 均 ≤ 1

score = weighted sum of outputs/weighted sum of inputs ——— (3)

效率分數等於產出因子 (outputs) 除以投入因子 (inputs) 所產生的比值。

Weighted sum of inputs = 1 ————— (4)

定義投入因子之權重總和等於 1

weighted sum of outputs \leq weighted sum of inputs ————— (5)

產出因子 (outputs) 權重總和 \leq 投入因子 (inputs) 權重總和

定義：

$$n = \text{決策單位} \text{-----} (6)$$

$$m = \text{投入因子 (inputs) 之個數} \text{-----} (7)$$

$$s = \text{產出因子 (outputs) 之個數} \text{-----} (8)$$

由此可得到資料：

$$C_{ij} = \text{單位 } i, j \text{ 個投入因子 (inputs) } \text{-----} (9)$$

$$R_{ij} = \text{單位 } i, j \text{ 個產出因子 (outputs) } \text{-----} (10)$$

$$W_j = j \text{ 個投入因子 (inputs) 之權重值} \text{-----} (11)$$

$$V_j = j \text{ 個產出因子 (outputs) 之權重值} \text{-----} (12)$$

由 (1) ~ (12)，針對單位 k，計算最佳化的效率分數 Model 如下：

《目標式》

$$\text{Maximize } \sum_{j=1}^s V_j R_{kj} \text{-----} (13)$$

《限制式》

$$\sum_{j=1}^m W_j C_{kj} = 1 \text{-----} (14)$$

$$\sum_{j=1}^s V_j R_{kj} \leq \sum_{j=1}^m W_j C_{kj} \text{-----} (15)$$

2.DEA方法之應用（資料來源：Optimization Modeling with LINGO）

若有 BL、HW、NT、OP、YK、EL 六所學校參加教學績效評估，已知評估項目包括以下四項：

Cost/pupil：每年各校花在每個學生的費用（元）

Percent not-low-income：非低收入戶之比率

Writing Score：寫作分數

Science Score：科學分數

其中(1)~(2)項可當作是 inputs（投入因子），而(3)~(4)項則當作是 outputs（產出因子），列出各校之資料：

表 2-2 六所高級中等學校之績效指標資料

School \ factor	inputs		outputs	
	Cost/pupil	Percent not -low-income	Writing Score	Science Score
BL	8939	64.3	25.2	223
HW	8625	99	28.2	287
NT	10813	99.6	29.4	317
OP	10638	96	26.4	291
YK	6240	96.2	27.2	295
EL	4719	79.9	25.5	222

從上表中，可以清楚地看出 NT 學校學生擁有最高的寫作分數（29.4）及科學分數（317），然而 NT 學校每年花在每個學生的費用（10813 元）卻是最高，非低收入戶之比率（99.6%）亦是最高。若單從寫作分數及科學分數來看，毫無疑問地，NT 學校的辦學績效將是最好，但若考慮四個評估項目，辦學績效是那所最好呢？各校的排名又會如何？基於上述理由，本研究將以最有利的權重計算加權總分，即依次計算 BL、HW、NT、OP、YK、EL 六所學校以最有利的權重計算加權總分，求出各校之教學績效成績。

(1) 利用LINGO8.0程式求出BL、HW、NT、OP、YK、EL六所學校之最有利權重及各校之效率分數：

表 2-3 六所高級中等學校之最有利權重

School	weight	inputs		outputs	
	Cost/pupil	Percent not-low-income	Writing Score	Science Score	
BL	0.3639783E-02	0.1049207E-01	0.3525794E-01	0.5000000E-03	
HW	0.1763190E-02	0.8564898E-02	0.5000000E-03	0.3119885E-02	
NT	0.1691228E-02	0.8204092E-02	0.5000000E-03	0.2987004E-02	
OP	0.1746518E-02	0.8481307E-02	0.5000000E-03	0.3089100E-02	
YK	0.1884413E-02	0.9172689E-02	0.5000000E-03	0.3343729E-02	
EL	0.3603820E-02	0.1038718E-01	0.3486274E-01	0.5000000E-03	

(2) 分別以BL、HW、NT、OP、YK、EL六所學校最有利的觀點所求出各校之效率分數：

表 2-4 六所高級中等學校之 DEA 績效分數

School	對BL最有利權重	對HW最有利權重	對NT最有利權重	對OP最有利權重	對YK最有利權重	對EL最有利權重
BL	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
HW	0.8411467	0.9095071	0.9095024	0.9095061	0.9095141	0.8412953
NT	0.8307383	0.9616620	0.9615803	0.9616439	0.9617856	0.8309422
OP	0.7718586	0.9121490	0.9120548	0.9121280	0.9122912	0.7720700
YK	0.8949067	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.8951426
EL	1.000000	0.9189934	0.9191489	0.9190285	0.9187593	1.000000

由上表可得知：

- ①各校之排名以 HW 最差，因為以 HW 最有利權重來計算，結果 HW 之效率分數最低。
- ②其次是 OP，因為以 OP 最有利權重來計算，結果效率分數只比 HW 高。
- ③BL 與 YK 之績效應該比 NT 好，因為以 NT 最有利權重來計算，結果效率分數比 BL 與 YK 差。
- ④分別以對 BL 與 EL 最有利權重來計算，結果 BL 與 EL 的效率分數皆無法勝過對方，因此將 BL 與 EL 視為同一等級。

(3) 考慮效率分數值有其意義，因此吾人將此六校之平均效率分數求出，比較其成績之高低，可獲得此六校辦學績效排名之次序為：BL > YK > EL > NT > HW > OP。

(4) 若將平均績效與最有利觀點之績效分析做比較，易知平均績效的排名方式，會忽略一些，因此本研究綜合上述兩種排名方式，先進行效率分數之個別分析，若有無法判斷之處，再輔以平均績效來決定其績效排名。依此方法所求得之最後績效排名次序為：BL > YK > EL > NT > OP > HW (如下表)：

表 2-5 六所高級中等學校之績效排名

Score School	最有利權重 之效率分數	最有利 績效排名	平均 效率分數	平均 績效排名	最後 績效排名
BL	1.000000	—	1.000000	1	1
HW	0.9095071	6	0.8867453	5	6
NT	0.9615803	—	0.9180587	4	4
OP	0.9121280	5	0.8654253	6	5
YK	1.000000	—	0.9650082	2	2
EL	1.000000	—	0.9459883	3	3

2.5 應用 DEA 之相關文獻回顧

有關 DEA 之應用在國內或國外都相當廣泛，包括了交通運輸、教育、醫療院所、健保組織、軍事、政府機關、能源、礦業、法庭、銀行、郵局、國家公園管理、農業、林業及高科技之研發部門等各層面，而其研究對象大都屬於非營利事業。但近年來，DEA 應用於營利事業單位評估者，亦有逐漸增多的趨勢，如銀行、壽險、航空公司、釀酒業等。

表 2-6：國外 DEA 應用研究之主要文獻

應用層面	國家	作者
空軍修護單位	以色列	Roll,Golany,and Seroussy(1989)
	美國	Charnes,Clark,Cooper,and Golany (1985)
銀行分支機構	加拿大	Parkan (1987)
	希臘	Vassiloglou and Giokas (1990)
	挪威	Berg,Forsund and jansen (1991)
	美國	Sherman and Gold (1985)
法院	比利時	Jarmar and Tulkens (1990)
	挪威	Forsund and Kittelsen (1992)
	美國	Lewin,Morey,and Cook (1982)
教育—初級和中等教育	英國	Jsession,Mayston,and Smith (1987) Smith and Mayston (1987)
	美國	Charnes,Cooper and Rhodes (1987) Bessent,Kennington and Reagan (1982) Desai and Schinnar (1990) Fare,Grosskopf and Weber (1989) Lovell,Walters and Wood (1990) McCarty and Yaisawarnng (1990) Ray (1991)
	丹麥	Olesen and Petersen (1995)
速食店	美國	Banker and Morey (1986)
高速公路管理	加拿大	Cook,Kazakov,and Roll (1989)
醫院	美國	Banker,Das,and Datar (1989) Byrnes and Valdmanis (1990)

藥局	瑞典	Fare, Grosskopf and Roos (1995)
軍事招募單位	美國	Charnes,Cooper,Divine,Klopp,and Stutz(1985)
城市	比利時	Vanden Eeckaut,tulkens and Jamar(1992)
	中國大陸	Charnes,Cooper and Li (1989)
	美國	Ali,Lerme,and Nalosteen (1992)
城市交通	中華民國	Chang and Kao (1992)
國家公園	美國	Rhodes (1986)
郵局	比利時	Deprins (1983)
		Deprins,Slimar,and Tulkens (1984)
		Tulkens (1986)
	美國	Register (1988)
費率計算部門	英國	Dysan and Thanassoulis (1988) Thanassoulis,Dysan,and Foster (1987)
殘障重建中心	美國	Dusansky and Wilson (1989,1991)
煤礦業	美國	Russel G . Thompson,P.S. Dharmapala, Robert M.ThrLoll (1995)
總體經濟	美國	C.AKnox vell (1995)

資料來源：Fried,Lovell,Schmidt "The Measurement of Productive Efficiency " / 本研究整理

此外，國內學者亦應用 DEA 進行相關的效率研究，如下表所示：

表 2-7：國內 DEA 應用研究之主要文獻

作者	應用領域	研究內容
顧志遠、張國平(1990)	大眾運輸	利用台北市公車處自民國 68 年至 74 年共計 24 季的資料進行市營公車的季效率分析。
陳敦基、蕭智文(1994)		利用 CCR 修正模式對台灣地區 32 家公路客運業者自民國 67 年至 80 年之營運資料進行實證研究。
顧志遠(1987)	教育事業	運用某大學 14 個系所的年度預算執行，作為年度預算再分配模式的參考績效評估。
高強(1994)		對 11 所專科的工管科進行績效評估，作為教育部專科評鑑模式的建議。
張保隆、張澤義(1995)		運用 DEA 對台灣各縣市 19 個文化中心進行經營績效評估。
黃旭男(1993)	研究機構	針對經濟部所屬的 31 個研究單位進行效率評估。

傅旻(1986)	森林資源	採用高強的模式將 CCR 模式的投入產出以 Cobb-Douglas 非線性函數型式加以組合，對台灣 13 個林區的效率加以評估。
蕭基淵(1989)		用 CCR 與 BCC 兩種模式對台灣地區 13 個林區的效率加以評估
張靜貞、謝宗權(1996)	農業	台灣地區農業信用部經營效率分析－資料包絡分析法之應用。
藍忠孚、錢慶文(1991)	醫療單位	針對台灣地區省市醫院的生產力進行分析。
魏慶國(1992)		對台灣地區的省市醫院及教會醫院的生產力及其影響因素進行研究。
李延春(1994)		對台灣地區 15 家市立醫院進行效率評估，並對權數設限的問題進行討論。
劉純之(1994)	壽險公司	利用七家本土壽險公司及五家外商壽險公司的投入產出進行效率分析，並比較本土與外商壽險公司的差異性。
劉純之、李君屏(1995)		使用 DEA 對台灣地區 15 家本國與外商壽險公司進行效率評估。
馬裕豐(1993)	金融機構	利用 CCR 模式與 BCC 模式對國內某省營商業銀行 133 家營業單位進行效率評估。
羅容恆、吳桂華(1994)		利用 CCR 模式與 BCC 模式對國內 37 家銀行進行效率評估，並分析造成無效率的原因。
吳世勛(1995)		利用 CCR 模式與 BCC 模式對國內 26 家銀行進行效率評估。
胡恩臺(1995)	行政機構	應用 CCR 模式與 BCC 模式評估中國大陸一級行政區工業經濟效率，並分析規模報酬狀態。
江志坤(1995)	運動團體	利用 CCR 模式與 BCC 模式對時報鷹職業棒球隊隊員進行績效評估。
李德耀(1995)	金融業	本國銀行經營績效評鑑之研究--以資料包絡分析法(DEA)分析
洪修遠(1996)		商業銀行財務績效之研究—DEA 與因素分析法之比較
吳政道(2000)		提昇資料包絡分析模式之區別能力—以銀行相對經營效率衡量為例

江協洲(1995)	科技專案	資料包絡分析法在跨年度科技專案績效評估之研究—以能源科技研發專案為例
蘇雲一(1998)		資料包絡分析法與比例分析法運用於科技專案效率評估之研究
施澍芬(1996)	鋼鐵產業	利用 DEA 對中鋼公司與世界 14 家及大陸地區 9 家鋼廠進行效率評估。
陳益華(1996)	電信事業	利用 DEA 對我國電信總局與世界 33 家電信公司及我國電信總局所轄 40 個目標局進行效率評估。
吳金芳(1997)	石化業	大陸中國石油化工總公司經營績效評估—資料包絡分析法之應用
鄭志強(1997)	醫療	以 DEA 模式評估我國省立醫院之經營效率
陳永志 (2000)	資訊業	使用資料包絡分析法評估我國資訊服務業之經營效率
柳昌良 (2001)		筆記型電腦廠製造流程分析：系統組裝
柳旭平 (2001)		資訊電子產業成本效率分析

資料來源：本研究整理

