

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

研究機構的績效與貢獻是一個國家整體經濟發展與競爭力很重要的一環，科技實力已被全球國家競爭力評估機構如 IMD 的 World Competitiveness Yearbook 及 WEF 的 Global Competitiveness Report 列為評估一個國家全球競爭力的一項重要指標。因此各國政府對研發活動持續投入更大資源，期望達到提升國家經濟實力與競爭力的目的。各國政府投入更大資源，所以各國政府與學術單位等也就愈來愈重視科技研發與效益，特別是對一些由政府提供全部或大部份研究經費的大型研究機構如德國之 MPG、FhG、荷蘭之 TNO、法國之 CNRS 芬蘭之 VTT、美國之 NIST、SRI International、日本之產業總合研究所(AIST)、韓國之 KIST、我國之中央研究院、中山科學研究院、國家實驗研究院、工研院、資訊工業策進會、生物技術中心等。政府不但要求這些大型研究機構加速將研究成果移轉產業界，以加速產業知識之創造、取得、累積與運用，降低產業界研發風險，創造新興產業，提升傳統產業與中小企業的國際競爭力，而且要求提升本身效益與價值。

在此知識經濟與高科技的時代，研究機構的角色也因此就更重要，所以其績效近年來經常被重視與檢討。我國是以出口導向國家，企業相對規模較小，以中小企業為主，研發資源也比較有限，因此以應用技術導向的大型研究機構如工研院就被政府賦予相當重要的任務與角色。政府不僅要求工研院等非營利機構發揮應有功能外，更積極要求國家級研究機構進行組織調整，以符合當前產業發展需要，因此 91 年 6 月 19 日行政院公佈了財團法人國家實驗研究院設置條例(含國家太空計畫室、國家高速電腦中心、國家實驗動物繁殖及研究中心、國家地震工程研究中心、國家奈米元件實驗室及國家晶片系統設計中心)及財團法人國家同步輻射研究中心設置條例，目的就是期望這些國家研究機構改制後在經費、人力運用及技術開發與技術移轉方面可有較大之彈性，有助於提升組織之效率，對國家、社會、產業及科技發展產生更大的貢獻。目前我國大型研究機構除中央研究院與中山科學院等少數有特殊任務之機構外，朝向非營利組織的財團法人發展已經是國內外發展的趨勢。

大型研究機構在其內部進行策略規劃，分析大環境的變遷，未來資金與業務來源等，已經充分掌握，未來政府科技相關財政預算因為社會福利、重大建設與國防需要等排擠效應，將會愈來愈拮据，同時要競爭政府預算經費單位也愈來愈多，長遠之計，如何創造研究機構本身價值與提升本身研發的效率，降低成本或改善比較無效率單位，進而提升本身整體國際競爭力乃為永續發展根本之道。為

了達成此目的，績效評估將是有助於大型研究機構進行體檢，逐步提升組織績效與競爭力的重要工具。

“You get what you measure” 「評估什麼，就得到什麼成果」，是企業管理與績效評估的答案。知識經濟時代，研發機構的無形資產如機構形象、顧客關係、內部作業流程與辦法、智慧財產等，和財務表現一樣重要，一味依循傳統如同企業只評估財務績效作為具體績效評估指標，會使研發機構陷入策略和永續經營目標難以落實的困境。但是，如何設計一套合適的績效評估模式，以及如何將績效評估方法與機構的策略、長短期目標密切結合，對研究機構經理人是很大的挑戰。實務上，近年來無論國內外國家大型研究機構本身都或多或少已經建立相關績效評估機制，因為他們必須要配合 Stakeholder 的需求及立法機關、政府規定，並依規定提供投入、產出及成果，但是每一研究機構之績效評估機制也不同，據本研究觀察與文獻探討分析，研究機構間有關績效評估的經驗很少交流。

本研究經由文獻探討、研究分析發現，目前學術研究在績效評估方面主要重點在民間企業、政府行政單位及研發計畫之評估，此外無論國內外，針對大型研究機構績效評估的文獻相對很少，目前只有發現有些學者以平衡計分卡進行一些初步研究；研究機構組織績效評估文獻主要在人事、財務、技術指標、客戶滿意度等。實務上，有關研究機構組織之績效評估，在許多已開發國家，已進入國家和政府層面的法制化、規範化時期。美國政府於 1993 年頒佈了「政府績效與結果法案(GPRA)」，要求包括研發機構在內的所有公共部門對其績效進行評估；日本也在 1997 年通過「國家研究開發評價實施辦法指南」，提出了科技評價的基本框架，包括評價的目的、原則、基本程式與方法以及不同類型科技活動的評價特點與內容等。我國有關研究機構組織比較有系統的評估，起始於民國 91 年行政院國家科學委員會發佈的「中華民國科技組織績效評鑑作業手冊」，「經濟部科技專案研究發展計畫作業手冊」，該制度主要為要求研究機構自評，目的在比較研究機構的優劣，促進研究機構建立適當管理制度與為經濟部展現成果，組織面主以定性與質化的評估，輔以統計數量方法，但上述兩項作業手冊規定，對大型研究機構組織內營運效率或生產力相對欠缺，不過此也顯示了研究機構之績效評估開始受到科技管理行政與立法部門的重視，因此研發機構組織績效評估的研究可以預期將是學術界需要深入之課題。

本研究有鑑於此趨勢，首先進行文獻探討分析，比較我國與各國主要大型研究機構特性及績效評估制度，分析後結論為我國工研院在相對規模、產出效益及對產業貢獻等與國外大型研究機構相比，是很有成效的。因為工研院是國內執行推動技術創新最具規模且重要的研發機構，自成立以來，透過組織性及計畫性活動已落實許多不同型態的創新成果，並經由市場機制，產生了對社會和經濟層面多元的實質效益(羅達賢，民 92)，研究者本人亦在此機構服務，蒐集資料等比較

有優勢，故本研究選擇以工研院為實證個案研究對象。另外，從分析過去國內外學者探討大型研究機構績效評估之研究和成果來看，可能也是受限於資料取得之質與量，甚至是不清楚資料背景或未獲得該單位主管支持與協助等因素，研究內容較偏重於計畫類、技術領域分析或特定之組織管理功能分析等，相對缺乏對大型研究機構內整體效率評量之研究與探討。

本研究同時參考學術界針對大型研究機構之計劃績效評估模型，如 IPORO、IPPOO、IIIPU、ITOO、IRCE、IRON、IROT、IPRCE 等進行分析探討，並據以分析工研院績效評估之現況，綜合整理一套模型用來有系統解析工研院績效評估現況，此模式為 IPOS1，研究過程中經由此模型進行了對工研院的績效評估比較有系統分析探討，從分析過程中，發現工研院是需要一套客觀公正數量化的模式來深入了解其績效指標，同時透過數量方法來了解與建構各單位之群組，同時透過投入產出，建立評估不同部門間效率問題。經由文獻分析探討及與專家學者討論後，本研究選用資料包絡分析法“Data Envelopment Analysis, DEA”來構建大型研究機構之組織結構的效率評量模型，並以工研院各研發單位多投入及多產出效果的評量模式進行實證研究。同時應用多變量的因子分析與群落分析來收斂歸納各研究單位之屬性及其角色定位。應用正準相關分析，來歸納出單位研發投入及研發產出間的正準相關係數及樣本得點，並利用迴歸分析求得樣本得點之迴歸式，來說明研發單位總體投入與產出關係，主要是正準相關適合分析說明研究機構研發資源投入與研發產出效益之關係。運用層級分析法“Analytic Hierarchy Process, AHP”，目的建構出研究機構績效評量指標之權重與驗證各研究單位屬性與群落分析進行比對。基本上只要是非營利大型研究機構任務與目標相同，本研究建立之評量模式均可適用。

總而言之，本研究基於：(1)從國內外文獻探討與工研院的分析，大型研究機構需要一套有效處理效率評量模式；(2)研究機構組織需要了解其不同群組間的特性，以規劃設計評量指標與投入及產出效益之關係；(3)大型研究機構績效評估在效率提升對未來經濟持續發展與研究機構永續發展之重要性；(4)可以工研院個案實證研究來突破學術研究上及實務上之限制；(5)配合未來我國研究機構組織推動績效評估管理政策之需要；(6)績效評估的數量化研究，未來將是學術界愈來愈重視的課題。所以本研究以工研院為實證研究個案，藉由整理、分析與績效評估相關之文獻、問卷調查與訪問工研院高層經營管理團隊等輔助以數量化分析研究，期望能歸納出一套未來可做為學術研究及提供大型研究機構組織內營運績效評估管理實務兩者適用之方法與模式。

1.2 研究目的

本研究主要目的包括下列 4 點：

- (1) 構出適用於經濟部所屬財團法人大型研究機構績效評估模型；
- (2) 探討以數量方法建構一個研究機構組織效率評量模式；
- (3) 研究分析出組織績效指標；
- (4) 探討可以驗證不同性質研究單位研發屬性、群組暨其與績效是否有正相關之數量方法，來填補研究機構主要使用定性與質方面分析之不足。

1.3 文獻探討

國家級大型研究機構一般分為兩類，政府行政機構或非營利組織之財團法人，根據 Bitter 與 George(1976)，Denhardt(1991)研究指出有關非營利組織的類型依組織事業使命與目的不同，可分為兩大類：公益類組織與互益類組織。公益類組織係以提供公共服務為目的，包括：(1)慈善事業；(2)教育文化機構；(3)科技研究組織；(4)私立基金會；(5)社會福利機構；(6)宗教團體等。Drucker(1994)、Herzlinger(2000)、司徒達賢(1999)等則指出非營利組織的組織使命與管理，並不是靠「利潤動機」的驅使，而是靠「使命」的凝聚力和領導，經由反映社會需要的「使命」，獲得各方資源支持，達成組織使命、願景目標。司徒達賢(1999)指出對營利組織而言，產品是否被顧客所需要，以及產銷是否符合效率，主要靠獲利能力來檢驗。而對於非以營利為唯一目標的非營利組織而言，有些缺乏利潤作為指標，有些或者不以利潤作為唯一之指標，而另有其多元之目標，故應更加重視績效管理。

評估(evaluation)一詞，是指對某一事物或計畫的評價。不管主觀的或是客觀的價值判斷，都是評估的一個過程。為了減少純屬個人私臆和個人偏見所引起的誤差，評估應該以科學方法與科學精神來進行，使評估所得的結果，真正能代表一種合理價值判斷之最終產物。評估本身並非目的，而是一種手段，一種達成目的的手段。評估人要能根據評估的結果，採取必要的行動，以協助達成計畫的目的，這才是評估的功能(黃俊英，70年)。有關績效評估，許士軍(民89)表示績效評估制度之建立，能在事前或活動進行中，對於行動者之決策與行為產生影響或導引作用，依其個人努力目標能與組織目標趨於一致，此即所謂「目標一致化」作用。「績效評估」之所以能產生積極作用，主要在於兩個因素，一為績效評估標準，另一為激勵手段之利用。前者之選擇，顯示行為者所應努力之方向或標的。而後者之提供，賦予行為者努力之動機或力量。因此績效管理本身就是如何執行策略目標與展開工作計畫的過程。黃俊英(民68)指出，績效評估泛指有計劃地對人、事、物表現作評價與考核，惟為避免人為的臆測或偏見所造成之誤差，期間則需運用一連串的科學或研究方法，如此對最終的成果才能產生較合理的實質價值判斷。李建華與方文寶(民84)則提出績效評估的主要目的在於確保目標能順利達成，避免資源浪費，提高計畫的執行效益，進而釐清後續改進的方法與程序。李長貴(民86)認為績效標準(performance criteria)是績效管理與績效評估之依據，

依據權變理論的觀點，提出綜合性的組織績效評估模式：組織願景、經營目標、營運策略、業務方針、執行方案、作業程序及經營績效。顯見，組織績效評估不僅要重視結果，也要重視過程。再者，績效應與報酬結合，帕瑞修賢(Purushotham, 1997)的研究結果便肯定績效與報酬結合，更有利於績效行為與績效結果。

績效評估主要是對評估物件運作過程和結果的評價，屬於典型的事後評估。評估的意義主要表現在，有助於掌握評估物件的運作情況，檢驗計畫效果；有助於瞭解科技專案的發展動態；有助於增強研發人員的責任感，提高研發績效；有助於更好地認識、瞭解評估計畫與機構，提高連續投資的準確性等。有關組織績效評估研究，Kaufman(1988)就績效指標的涵義表示用來辨識與驗證預先規劃的目標成效，藉以達成可以衡量的證據。對於績效評估所包含之構面完整性，鍾招龍(1986)認為單一指標雖然有簡化衡量過程及容易理解的優點，但卻有無法涵蓋各評估層面，失去客觀性之缺點。至於多重指標雖可增進績效評估之周延性與客觀性，但亦可能衍生指標太多之相關問題。Bolobna(1988)則指出，績效指標的衡量，量化(quantitative)的衡量未必優於質化(qualitative) (楊基昌，92年)。國外學者 Walker & Ruckert (1987)曾提出包含三個構面：(1)效能 (effectiveness)：比對市場的競爭者，企業產品成功的要件評估；(2)效率(efficiency)：企業各項資源投入，以及產出的效益之評估；(3)適應(adaptability)：面對動態的競爭環境，企業成功要素與評估。Robbins(1990)提出綜合性模式：目標明確性、反應環境程度、獲取資源能力、組織溝通、作業穩定、組織凝聚力、生產力與效力等七個向度。史考特(Scott, 1992)簡化為三個向度：組織過程、組織結構及組織結果。瓊斯(Jones, 1995)則從外部資源方略、內部系統方略及技術方略等三方面作為績效評估的依據。

中國科學院認為，研發績效評估的主體一般是研發活動的資助機構，具體評估工作由資助方自身或獨立的第三方評估機構完成，評估時要同時考慮到利益相關者各方對評估的不同需求。研發績效評估的客體即評估物件。要明確界定評估物件，應當從研發活動的類型和評估單元兩方面進行分析。研發活動類型的傳統劃分方法將研發活動分為基礎研究、應用研究、技術開發等三類。隨著時代演進，科學與技術系統皆逐漸著重于應用導向的研究，造成科學與技術領域之間的界限日漸模糊，傳統的劃分方法也因此逐漸受到了執行單位與學術界的質疑，戰略基礎研究、定向基礎研究、前瞻性研究等概念陸續在已開發國家出現，中國科學院近年也新增了高技術發展與研究、資源環境與可持續發展研究、產業化等三類研發活動。由於不同類型研發活動的過程與結果具有很大差異，需要不同的評估方法與之相適應，因此各種新型研發活動的績效評估實踐對理論研究的深入提出了迫切的需求。研發績效評估的核心目的即在於通過客觀地評價研發活動的績效並將評價資訊及時反饋給利益相關者各方，從而在研發活動執行機構、資助方及其

上級部門等各級組織間建立起一種責任機制，最終保證有限的研發資源得以優化配置。工研院研究績效指標需考慮之原則：有效性及能確實表達計畫之績效。

有關科技計畫評估，羅達賢(民 92)研究指出世界先進國家政府所資助的研究機構進行評估的方式，大都採行資料審查、專家審議法、專家會審法、人員訪談、實地訪查、聽證會及文獻引用分析法等。其中以專家審議法或專家會審法最常被採用。且絕大部份屬於半數量性或非數量性分析法、評估項目亦偏重於定性的項目。前科技顧問組副執行秘書馬難先(民 82)在科技計畫評估報告比較完整，其報告中指出，科技計畫評估準則的選擇，主要應考慮下面五大要素：(1)計畫目標適合性：是否配合政策，是否與其他計畫之目標衝突等，都應予考慮；(2)評估工作本身的目的：不同評估目的，其評估準則亦有所不同，惟應力求符合合理、公正與客觀的原則；(3)評估準則之訂定對於研究人員應具有適度的誘因(incentives)；(4)所訂定之評估準則應足以顯示出各類科技計畫之優先順序；(5)評估方法：不同的科技計畫其內容及複雜程度不盡相同，如欲達成評估的目的，產生實質上的效果，必須針對不同類型的計畫建立不同的評估模式(model)，以適應其需要。而不同的評估模式有其適用的評估方法，惟由於各種評估方法皆有其優缺點，故實際進行評估工作時，經常視實際需要可兼採各種評估方法。有關各國依上述五大要素進行之研究評估現況如表 1.1，而我國則主要以同儕評比法(Peer review)、專家彙審(Panel review)、進度(查核點)審查、實地查證、常設諮詢、評審小組等來評估一般學術專題研究計畫與目標導向的大型科技專案表 1.2

表1.1 各國研究評估現況

評估 研究要點 計畫類型	範圍	目的	準則	組織	方法
一般學術研究	事前評估為主	研資源分配優先性	科學研究能力	同儕專家	同儕評比 量化指標
目標導向整合 研究(含學術 性主導整合研 究、政府主導 科技研究)	事前、期中與 期末評估	成效評估 與科技政策 結合	經濟、社會效 益 經費需求	諮詢委員會	學術、企業、 政府共同評比 個案評估 量化指標

資料來源：科技計畫評估，行政績效評估專論選輯(一)，民 86

表1.2 我國各類研究計畫評估之比較

研究計 畫類型	性質	目的	進行方式	評估模式	評審人 員組成	
學術 研究	專題 研究	學術性基礎研 究	1. 培養研究展 人力及能力 2. 跟上國際學 術研究趨勢	由研究人員自 行提擬研究計 畫	同儕評比法 (Peer review) 與專家彙審 (Panel review)	各領域之學者 專家
目標 導向 研究	整合 型研 究計 畫	目標或應用導 向的科際整合 性研究	1. 有效利用科 技資源 2. 培育主持大 型合作計畫 之管理專家	整合人力、設 備等科技資 源，進行團隊 合作研究	Peer review & Panel review	各領域之專家 & 各子計畫召 集人
	科技 專案 研究	政府各部門配 合其業務及主 管產業發展之 需要選擇重點 方向之科技研 究計畫	1. 解決各部門 之特殊問題 2. 提昇各相關 領域科技水 準 3. 尖端及重點 科技之發展	1. 各部門所屬 研究機構 2. 委託財團法 人或學校	1. Peer review & Panel review 2. 各季進度(查 核點)審查 3. 實地查證 4. 常設諮詢、評 審小組	1. 學術界與企 業界之學者 專家 2. 顧問、諮詢 或評議小組

資料來源：科技計畫評估，行政績效評估專論選輯(一)，民 86

目前文獻上所提出的評估方法大致可區分為三，即非數量性分析、半數量性

分析及數量性分析。其大致之分類如下：

(1) 非數量性分析，以專業知識判斷進行評估工作，亦稱定性評估法，包括：

1. 判斷法

2. 基準評估法

- 檢核表(check list)法
- 圖表(profile)法

同儕評比(peer review)

- 判斷法
- 基準法

專家彙審(panel review)

- 判斷法
- 基準法

圖1.1 非數量性分析

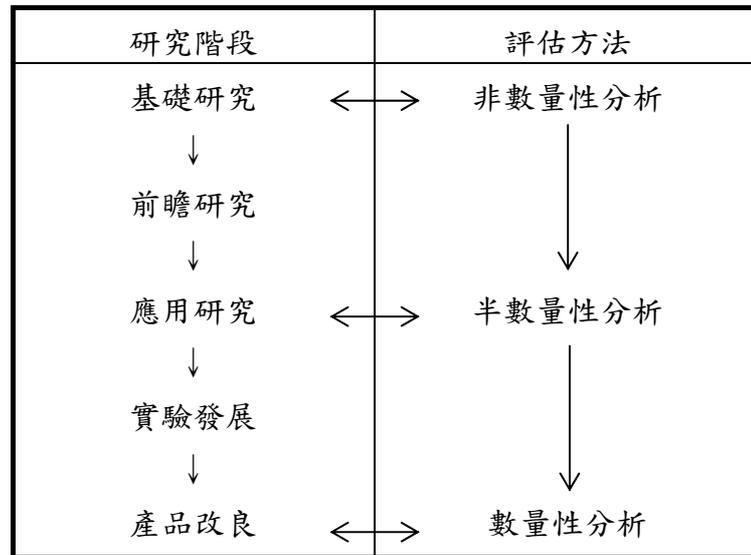
(2) 半數量性分析，以主觀配合簡易計畫之量化指標進行評估工作，通常可採用作業研究(OR)之技巧，主要包括：成果評等法(project goal-achievement)、德菲法、層級分析法、問卷調查法、最適法等。

(3) 數量性分析，通常可用特定的演算法則，或計算公式，以演算方式所得數值來評估計畫，主要的方法包括：生產力衡量法、成本效益法、專案價法、引用分析法(citation)、經濟性評估法、指標法、問卷調查法、六標準差、比例分析法、平衡計分卡、總要素生產力分析法、迴歸分析法、生產前緣法、隨機性前緣法、多準則決策、DEA、文獻計量法、計量經濟、預測法、成本分析法、市場評估法、財務分析法等。

非數量性評估法，本質上是評估人員對個別評估項目的直觀性評估結果；半數量性評估法，則介於主觀的價值判斷與數量客觀評估；數量性分析法為定量性評估，具客觀性，可依正確的數值計算指標。

研究發展可區分為基礎研究、探索研究、應用研究、實驗發展以及產品改良等五個階段。分析行政績效評估專論選輯(一)及相關文獻研究，本研究歸納各研究發展階段與評估方法其可大致適用的比照，如表 1.3 所示：

表1.3 研究發展階段與評估方法



資料來源：本研究整理

基礎研究與前瞻研究為理論或實驗上之創見，不確定性高的探索性研究，所以其可能不出成果或出現不曾意料的成果，其可能創造效益包括知識與知識產權、人才、科技與經濟的價值等、比較不易用數學方式被評估出來，所以其績效評估應該遵循的原則是由科學專家透過自由公開與跨越相當長時間尺度的方式輔助選擇公認度高的指標來評估，所以相對比較傾向為非數量性分析。

應用研究是由基礎研究所得之新知識與發明加以實際運用，其所研發之技術目的即是在於將技術移轉至應用廠商，以促進廠商在生產、研發或市場面的效益提昇，最終透廠商對技術應用後所產生的各方面效益以提昇整體產業或社會的效益。主要成果介於量產產品與技術開發之間，風險性與外部利益比基礎研究次之，因此可透過技術專家、產業分析師、經濟學者、財務分析師、問卷調查設計專家等應用技術評估、個體經濟分析、財務分析等半數量性分析。

實驗發展與產品改良之技術不確定因素較少，其績效主要為如何提高產品價格與降低成本，績效評估主要為財務與生產力等數量性分析。

以上諸多的評估方法中，OECD 針對政府支援的專案，應該如何進行專案評估這項議題，在 1997 年召集的一次國際研討會的一般結論是各種評估方法各有優劣，無法以單一的方法作為評估的依據。而根據該研討會的結論，最常用的評估組合為個案分析、專家評選以及使用者調查三者同時進行。(OECD, 1999)

科技計畫評估報告指出在目前工業國家中，對研究發展的評估工作，以瑞典

最具完整架構，包含基礎研究、應用研究各領域與政府相關研究計畫，均以同儕評比方向進行評估，評估結果並供擬訂科技政策參考，在各研究領域評估時，常聘外國專家參與評估工作，並與其他國家相近的研究計畫相互比較。

研究計畫評估的類型，依評估時間的不同可劃分為事前、事中及事後評估等三種類型：

- (1) 事前評估：主要功能在評估計畫的可行性及其預期效益，據以決定是否執行此計畫；
- (2) 事中評估：主要功能在評估計畫的執行是否發生偏差，據以發現問題，提供解決問題，改正偏差的機會與途徑；
- (3) 事後評估：主要功能在評估計畫完成後的效能與效率，作為辦理獎懲的依據及未來再計畫的參考。

有關研究計畫評估 1987 年 19 個國家會員體之國際經濟合作暨發展組織 (OECD) 舉辦了第二屆「政府推動科技創新計畫評估研討會」，就其國內有關創新計畫評估之作法提出報告，該項報告彙集各國意見，結論中有關計畫評估之主要看法摘錄如下：

- (1) 對創新計畫評估之需求日益殷切，各國政府將在預算及政策中強調直接或間接激勵創新計畫之重要性；要使研究評估獲有成效，必須使其成為正常規劃過程和計畫管理之一個完整部分；
- (2) 成功的評估有賴於選擇最適合被評估計畫型態之評估方法；以最有利於決策者的方式從事評估；
- (3) 從事評估所面臨的技術挑戰和限制：研發計畫所產生之社會效益實難以認定，因其可能分散極廣，且僅在相當時間之後才發生；故通常只能使用間接之衡量方法；
- (4) 評估和政治過程之關係：創新計畫之評估經常是臨時性或孤立的型態，以致不為決策者所用；或以意識型態為評估動機，而非對效果、效率之關切；或專注於非決策者之目標，故常為人所忽視。因此政治過程已成為評估工作者不可忽視之因素，評估者與計畫管理者都必須確實瞭解評估之政治面。
- (5) 研究評估屬定性描述而非定量之衡量，主觀判斷為研究評估之基本要素，因此研究評估無法中立；研究評估通常無法產生一定及最終的答案，其結果亦難以科學方法證明其真偽；
- (6) 執行評估時應考量計畫之目標，不同層級的目標無須全部相容，因此不僅應研究如何使目標更具價值，亦應決定那些目標在評估過程中較為重要；同時，評估目標應明確訂定，但不應太僵硬，以便適時調整。

為了充分了解我國學術界在研究機構與績效評估學術研究重點，本研究自國家圖書館期刊文獻中心蒐集整理分析中華民國期刊論文索引影像系統相關研究機構與績效評估研究的所有相關文獻，發現我國學者過去主要研究集中於科技專案計畫績效評估指標、評估機制、績效評估管理、評估標準、技術創新、人員績效評估、激勵制度、研發槓桿程度、研發強度、「單期」及「連續多期」評估工作異同的比較研究、科技組織績效評估集中於環保組織、學校、中心衛星工廠制度、公部門、國營企業重點研究為施政績效、制度設計、績效評估指標建構、組織文化特徵等，相對於研究機構組織之營運效率、特性與效益暨數量化分析等研究很少，如表 1.4 「我國針對科技組織活動之學術研究分析」。此也驗證了楊基昌，(92 年)研究結果：非營利設計組織大多仍未於組織內部建立一套合乎自身所長之制式化績效指標模式的事實。

表1.4 我國期刊論文在科技/研究機構/科技計畫等相關研究之研究重點分析

標題	作者	研究主要重點
科技計畫評估	馬難先	計畫評估
一般科專計畫績效評估指標	林欣吾	科技專案計畫
主要國家科技研發計畫的評估機制	林欣吾	科技研發計畫；績效評估
業界科專之績效評估機制	林欣吾	績效評估；科技專案計畫
Call Center 目標及績效評估管理	周震平	話務量預估；人力配置
二階段資料包絡分析法在績效評估上之應用：以臺灣地區環保機構組織績效之評估為例	黃旭男	質化資料；二階段 DEA；效能；效率
工業設計師績效評估模式研究	張文智、程希哲	評估時機；評估標準
中心衛星工廠制度之執行成果與績效評估	蕭志同、李建裕	中心衛星工廠制度；績效評估
中華民國科技組織績效評鑑	科技組織績效評鑑委員會 國家科學委員會	科技組織績效評估
公部門之績效評估	李允傑	人員績效評估
失落的連結--公部門績效評估與激勵制度之研究	鄭勝分	激勵制度；報酬；授能；團隊；心理契約
我國施政績效評估制度之檢討與改進	楊秀娟	績效目標；績效指標；制度設計
技術創新的績效評估	詹情雯	技術創新

標題	作者	研究主要重點
非營利組織的績效評估--以職業學校為例	林麗能	非營利組織；績效評估；職業學校
非營利設計組織績效評估指標建構之研究	楊基昌、何明泉、陳國祥	設計管理；非營利設計組織；績效管理；績效指標；績效評估；
政府機關施政績效提昇之探討	蕭灌修	施政績效；管理控制；績效提昇
政府機關績效評估探討	郭昱瑩	績效評估；績效評估指標；激勵制度
科技研發績效評估之探討	劉錦龍	績效評估；效能管理；績效指標；科技發展
科技專案計畫績效評估	楊千	科技專案計畫績效評估
計畫績效評估與其在計畫作業中之應用	張允玲	績效評估；成果導向；策略計畫；中程施政計畫
計畫績效衡量的運用與推動策略	施宗英	績效衡量；績效評估；公共管理；政府再造；策略計畫；策略目標；政府績效與成果法；績效預算；設計計畫預算制度；績效衡量指標；中程計畫預算作業制度
員工績效評估理論及其實務作法之探討	丘宏昌	員工；績效評估
相對效率之衡量:DEA 之運用	翁興利、李豔玲、潘婉如	資料包絡法；相對效率；績效評估
評估研發績效的新方法--研發槓桿程度衡量法	陳松柏	研發績效評估；研發槓桿；研發槓桿程度；研發強度
論國營企業之經營機制與績效評估	李茂忠	國營企業；經營管理；績效評估
論國營事業之績效評估：以經濟部所屬國營事業為例	吳豐盛	國營事業；績效評估；
醫院經營績效評估模式	王銘杰、林永福	醫院；經營績效
企業績效評估的新面貌：平衡記分卡	寧致遠	平衡記分卡
我國企業績效評估制度的差異比較--以美商、日商和臺商為例	曹國雄、吳雅芳	組織文化特徵；權力距離

標題	作者	研究主要重點
科技研究機構組織績效評估之探討	陳怡之	研究機構; 組織績效; 4C 鑽石模型; 指標系統;
科技研究發展專案之單期與連續多期之評估比較	梁馨科, 林治廷 (1999)	科技研究發展專案成果在「單期」及「連續多期」評估工作異同的比較研究
ISO 14000 中有關「組織評估」標準之內涵及因應	楊義榮	國際標準組織; 環境管理系統; 環境稽核; 環境績效評估;

資料來源:本研究整理自國家圖書館期刊文獻中心之中華民國期刊論文索引影像系統相關研究報告

另外本研究從文獻上找出各種數量化績效評估主要數量分析方法包括指標法、問卷調查法、效果追蹤法、比例分析法、平衡計分卡、總要素生產力分析法、迴歸分析法、生產前緣法、隨機性前緣法、多準則決策、DEA 等之優缺點，經過比較分析，DEA 可以同時處理不同衡量單位的多項投入與多項產出項之效率衡量，無須事先假設生產函數關係的型式，可避免參數估計問題，投入、產出項的權數值由數學規劃模型產生，不受人為主觀因素影響，可以提供單位資源使用狀況及效率改善資訊，建議管理者決策參考，加上 2000 年後許多專業人士開始撰寫相關應用套裝軟體，使得 DEA 被實務上使用比較可行，因此本研究初步分析認為 DEA 從績效評估角度，似可適用於大型研究機構進行績效評估之用，採用該方法進行實證之研究工具。

綜合以上分析，科學研究的績效評估目的在於優化資金分配，調整科技計畫和研究機構的方向，提高管理水平和科學研究的效率。具體地表現有以下幾個方面：(1)通過公正、嚴格的評價，將政府或組織的有限資源集中用在可行的重點研究領域或計畫；(2)通過對組織或計畫績效的恰當評價，建立能夠充分發揮研究人員創造能力的開放、靈活和競爭的研究創新環境；(3)從整體上引導創新的科技研究的發展方向、發展模式，塑造科技研究人員的創造價值(Value Creation)觀念；(4)改善組織與相關部門的內部管理能力；(5)透過透明程序公佈評價結果使公眾理解和支持組織研發投資，強化對組織內部功能。績效評估是管理控制的手段而不是目的。

隨著全球化國際競爭影響，科技實力被全球國家競爭力評估機構列為評估一個國家全球競爭力的一項重要指標。加上科技資源是一個國家最珍貴的資產，所以無論國內外立法、國會監督單位、行政執行單位與學術研究單位等都會愈來愈重視其績效評估與發展各類型科技計畫的評估方法，然而從文獻分析了解，過去

相對比較集中於非數量化方法的定性分析，數量化方法的分析是一個仍有待學術界研究領域，因為其數量化方法以統計分析比較科學、精確，具有較高的客觀性和可靠性，能使一些含糊概念相對精確化，使主觀隨意性的程度減弱；可操作性較強；加上最近數量化方法可以用電腦軟體的輔助，可以找出一個機構的隱性問題，此為數量化方法的優點，且為一般非數量化方法所不易替代的功能。惟數量化方法與模式太多，那一種比較符合本研究目的，經由文獻分析及透過學術討論，歸納出 DEA 在處理營運效率方面，特別是多重投入與產出問題上、容納不同計量單位的產出與投入項、可同時評估不同環境下各決策個體單元(Decision Making Unit, DMU)之效率、效率值為一個單一的綜合相對效率指標可以瞭解單位資源使用狀況進而建議管理者決策時之參考、投入產出加權值由線性規劃產生，不受人為主觀因素之影響、可同時處理定性(qualitative)與定量(quantitative)因素、不需設定投入與產出函數關係、不用事先設定投入與產出的權數，因此不受人為主觀的因素影響，可持公正客觀、可提供相對無效率的單位產出不足或是投入過多的資訊、為柏拉圖(Pareto)最佳化等有其獨特的優點，而且文獻探討也發現 DEA 只被應用在計畫的評估，但仍未發現有被運用在處理大型研發機構「組織的績效評估」，因此本研究在分析探討後採用 DEA 為進行實證研究的數量化方法。

1.4 研究架構與流程

本研究之具體步驟與作法，共分為四階段，包括：文獻探討、研究架構建立、資料收集與深入訪談、實証資料分析、研究結論提出與論文撰寫。其研究架構與流程如圖 1.2，說明如下：

- (1) 從本研究動機及目的，收集比較國內外有關政府相關政策措施、大型研究機構在推動科技創新之角色、作法與特性等來篩選實證研究對象，並分析國內外學者研究分析大型研究機構績效評估方法與重點等之相關文獻與研究報告，以歸納出適合本研究之方法與工具；
- (2) 文獻探討與整理：彙總分析研究國內外相關文獻、研究報告及網路資訊，並加以整理歸納分析，作為本研究之基礎如圖 1.3；
- (3) 研擬構思為了達成本研究目的，構思本論文之研究架構及如何展開建立研發機構組織績效評估之模式草案；
- (4) 問卷設計與高階主管訪談：針對工研院高階主管進行問卷調查與訪談，目的在建構實證研究工研院績效評量指標之權重，探討出最能表現非營利的研究機構價值之指標；
- (5) 結果分析與實証：綜合研究、分析與探討，歸納本研究三個實証個案的結

論與建議；

- (6) 結論與建議：將實証分析結果與研究方法模式歸納，提出本研究結論建議及限制；
- (7) 論文撰寫：本研究論文共分為七章，各章重點如下：第一章為緒論，主要為本研究背景、動機、目的、文獻探討、研究架構與限制；第二章進分析各國科技政策與與我國大型研究機構分析比較及實證個案「工研院」簡介與現況分析；第三章主要探討分析本研究使用之數量方法及模式；第四章至第六章為工研院實證研究分析、討論、個案結論與建議；第七章為本研究之結論與建議。

本研究資料來源，理論資料主要來自交通大學資料庫、期刊及論文、相關書籍、網際網路等，此部份提供本論文瞭解其他學者如何解決類似的問題，從事類似的研究，以吸取寶貴的經驗，進而引發本研究提出改進的建議。工研院資料主要透過合法內部資料搜集與相關單位主管提供資料包括年報、簡報及立法院報告等、加上問卷調查與工研院高階主管實地意見調查與深度訪談，使得本研究最重要實證研究能得以進行之重要關鍵，有關資料取得之管道如圖 1.3 所示。



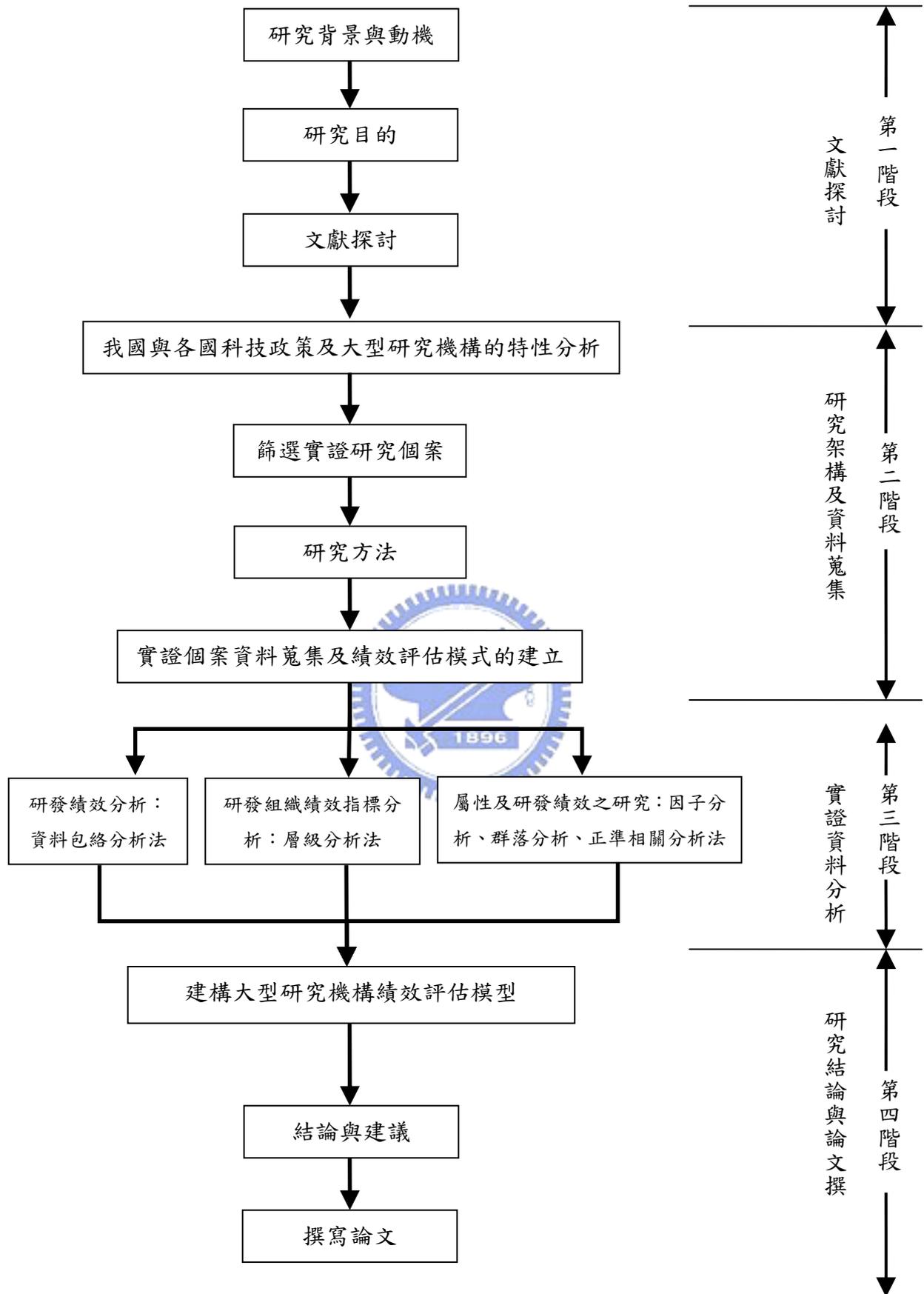


圖 1.2 研究之研究流程

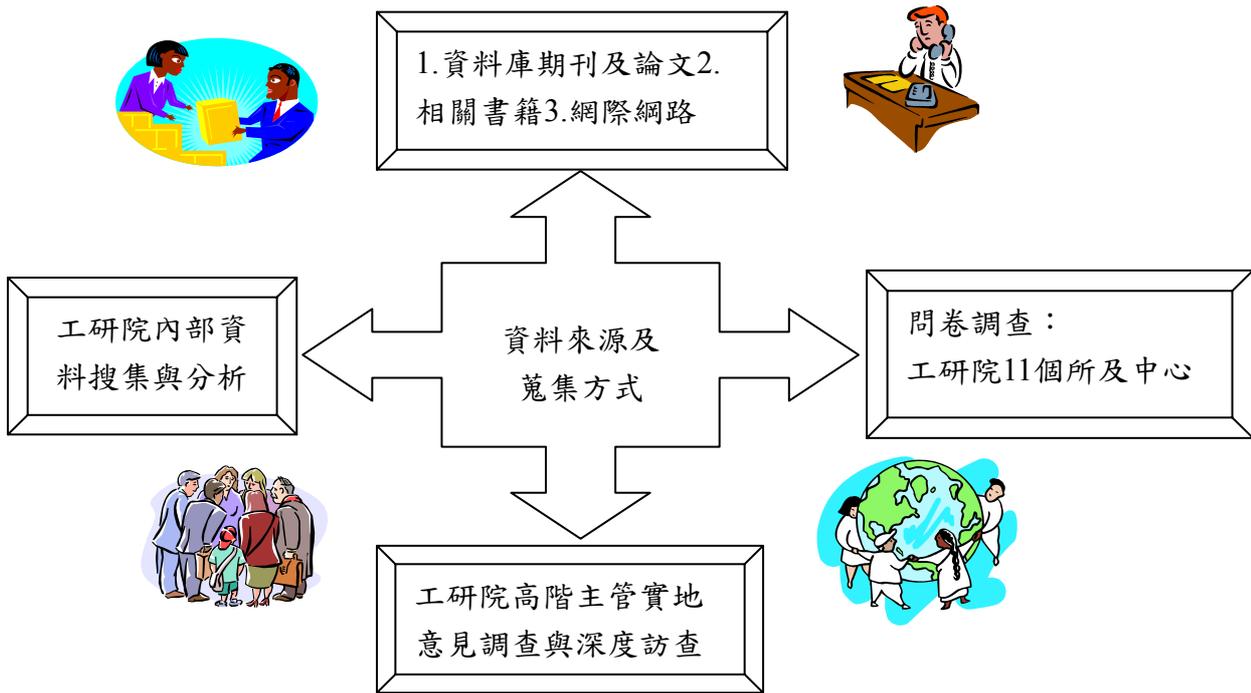


圖 1.3 資料來源



第二章 我國與各國的科技政策暨大型研究機構績效評估

比較分析

中華民國科技組織績效評鑑作業手冊(91年)將研究機構依組織任務、功能與性質差異性區分為下列三大類：

- (1) 基礎研究型組織：指以增進科學知識為目的，並藉以發現新知識，且於研究過程中，並未預期有任何特殊應用之研究單位。例如我國之中央研究院，德國之 MPG、日本之產業總合研究所(AIST)，韓國之 KIST 等；
- (2) 應用研究型組織：指利用科學研究成果，嘗試確定及開發技術、材料、製程、方法、設施或技藝於科學發明或技術改良方面之可能性，以提升科技水準之研究，或以某一特定之實用目標或目的為主要導向之研究單位。例如我國之工研院、資策會、德國之 FhG、荷蘭之 TNO、澳洲之 CSIRO 等；
- (3) 技術發展型組織：指利用科技知識於潛在之新產品或新服務之設計、發展、測試或評估，或既有產品或服務之改良、作業程序之改善、提高生產效率方法等，以滿足特定需求或目標、目的之研究單位。例如我國之民間研發中心、各國企業之產品開發中心等。

本研究主要研究對象為政府提供全部或部份研究經費支持的前兩類國家級大型研究機構組織，從政策分析比較研究探討美、加、德、荷蘭、日、韓、澳洲及我國等大型研究機構特性與各國對研究績效評估作法，從現況分析，探討目前研發績效評估的發展趨勢與學術界可以貢獻之研究主題，進而確定研究方法與適當的實證個案對象，進而開始另一階段大型研究機構組織績效評估之研究計畫。以下美、加、德、荷蘭、日、韓、澳洲及我國科技政策分析。

2.1 各國與我國科技政策與大型研究機構的特性分析

2.1.1 美國

美國聯邦政府基本上就是不提「產業政策」，只會提「科學或技術政策」，所以美國雷根總統在 1986 年年度國情咨文中只提出「促進科學技術發展是提高美國競爭力的關鍵」，產業政策的作法在美國被攻擊為違反自由競爭原則，而技術政策與產業政策又比較靠近，所以克林頓執政後，明確地提出了技術政策，將加強科技實力作為美國在廿一世紀持續保有競爭優勢的重要策略，同時其了解未來資訊設施對國家競爭力之重要，乃由副總統高爾負責主持與推動國家資訊基本建設並由白宮科技政策辦公室主任吉本斯在許多場合宣傳國家技術政策。美國政

府在技術政策的主要做法是大力實施一系列政府科技計畫，以推動關鍵重要的工業技術的發展，促進經濟成長，例如：商務部所屬國家標準技術研究院(NIST)負責管理的先進技術計畫 ATP 就是技術政策之一項行動計畫。所以美國聯邦政府對 ATP 的資助強度不斷擴大，1995 年，ATP 獲得 4.31 億美元。1997 年 ATP 預算增加到 7.3 億美元。其他重要科技計畫尚有：新一代汽車計畫、氫燃料計畫、製造技術推廣計畫、平面顯示器計畫、國家資訊基礎設施計畫、資訊科學技術研究計畫包括(1)高性能電腦；(2)大規模寬頻網路；(3)人與電腦的互動；(4)超大容量資訊管理；(5)高可靠性的軟體和系統；(6)軟體的設計和生產廿一世紀納米技術研究開發法案、國家植物基因組計畫(NPGI)、清潔能源計畫等。

美國的科技運作體制(如圖 2.1)，科技研究工作分別由聯邦政府國家實驗室、私人公司、大學、非營利研究機構等執行，美國聯邦政府沒有一個統管部門。在克林頓政府時代，為了強調科技為國家目標服務，通過「合作研究與開發協議(CRADA)」來強化對科技工作協調和指導。美國國家科學基金會本身是不從事研發的重要機構，它主要向大學和其他研究機構提供科研基金來支援研發活動，每年直接受益者約 20 萬。以下為經篩選幾個聯邦政府在科技或產業發展影響比較高的部門與大型研究機構之分析。

1. 國防部的科技機構

國防部在美國聯邦政府各部中獲得的研發經費最多，1996 約為 350 億美元。國防部所屬的研究機構可分為三類，一是聯邦實驗室，共有 100 多個；二是國防部資助的 FFRDC 共有 10 個；三是主要為國防科研服務的「大學附屬的研究中心(UARC)」。

2. 衛生部的科技機構

衛生部的主要科技機構是國家衛生研究院(NIH)。NIH 的使命是進行大量生物醫學研究，資助非美國聯邦政府系統的科研人員從事生物醫學研究，培養研究人員，促進生物醫學情報的交流。NIH 下設 24 個研究所、研究中心或研究部。1996 年，NIH 大約有 16,000 名工作人員，其中 2,000 名外國學者，預算為 114 億美元。在世界各地有 1,700 多個研究機構獲得過 NIH 的資助。目前 NIH 支持的科研項目總共有 35,000 個左右。

3. 能源部的科技機構

能源部最重要的研究機構是 11 個著名的大型國家實驗室，研究規模最大的三個實驗室是勞倫斯·利佛莫爾國家實驗室(1995 年有 7199 名員工，其中 16.35% 擁有博士學位)、洛斯阿拉莫斯國家實驗室和桑迪亞國家實驗室(過去以研發核武器為主)。此外，還有國立阿岡實驗室，橡樹嶺國家實驗室，國家可再生能源實驗室，費米加速器國家實驗室等。能源部 2003 年公佈 53 項未來 20 年科技政策

的近、中、長程策略規劃，並列出其相關的優先順序。其中，有 28 項計畫與物理有關。在近程規劃中的第一項為國際熱核子實驗反應爐計畫 (International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER)。第二項是將能源部研究人員所使用之電腦運算能力提升百倍以上。第三項結合世界最強大的 X 射線源與稀有同位素加速器 (accelerator for rare isotopes) 製造一個可用來探索無窮宇宙能源的探測器。遠期規畫則以美國國家同步加速器光源 (National Synchrotron Light Source) 設備升級以及超級微中子光束 (Super Neutrino Beam)設備的升級為主。

4. 國家航空航天局(NASA)的科技機構

NASA 主要科研機構有戈達德空間飛行中心、詹森空間中心、甘迺迪空間中心等，1996 年 NASA 的總預算為 139 億美元，研發預算達 94 億美元。

5. 商務部的科技機構

商務部主要科研機構有國家標準技術研究院(National Institute of Standards and Technology, 簡稱 NIST)和國家技術資訊服務中心(NTIS)。其中 NIST 係一個自負盈虧的政府機構，成立於 1901 年，是美國第一個國立物理科學研究實驗室，1903 年名為標準局(Bureau of Standards)，1934 改為國家標準局(National Bureau of Standards)，1988 年改為現在名字 NIST。NIST 主要任務是推行一些措施、標準和技術以提高生產力、與工業界共同發展以及應用技術，量測方法、幫助貿易發展和改善生活素質為美國最接近產業的研發機構。2003 年全職員工人數為 3,064 人，全年預算為 8.64 億美元，擁有七個研究實驗室(Physics、Manufacturing Engineering、Building and Fire Research、Chemical Science and Technology、Materials Science and Engineering、Electronics and Electrical Engineering、Information Technology)及一個技術服務單位，並負責三個國家級重要科技計畫：

(1) 巴立治國家品質計畫(Baldrige National Quality Program)

美國國會建議成立，為獎勵及協助美國公司在品質管理方面之成就及競爭，而其所頒發之馬康巴立治國家品質獎(Malcolm Baldrige National Quality Award)已成為世界及美國極富盛名的主要品質獎項。

(2) 先進技術計畫(Advanced Technology Program, ATP)

1990 年開始，主要在鼓勵業界開發有明顯商業和經濟潛力的高風險性技術，政府以成本分攤(cost-sharing)的方式提供支援，是美國聯邦政府中最接近業界的機構，它直接分攤部份業界的研發成本，其 NIST-ATP 獎項目的是要加速科技創建，透過跟業界合作推動科研，為美國創造很高的影響與廣泛的效益。

(3) 製造技術推廣合作計畫(Manufacture Extension Partnership, MEP)

該計畫主要在提供技術展示、技術推廣、主動移轉先進和適當的製造方法給

中小企業，但不從事基礎研究方面的工作。

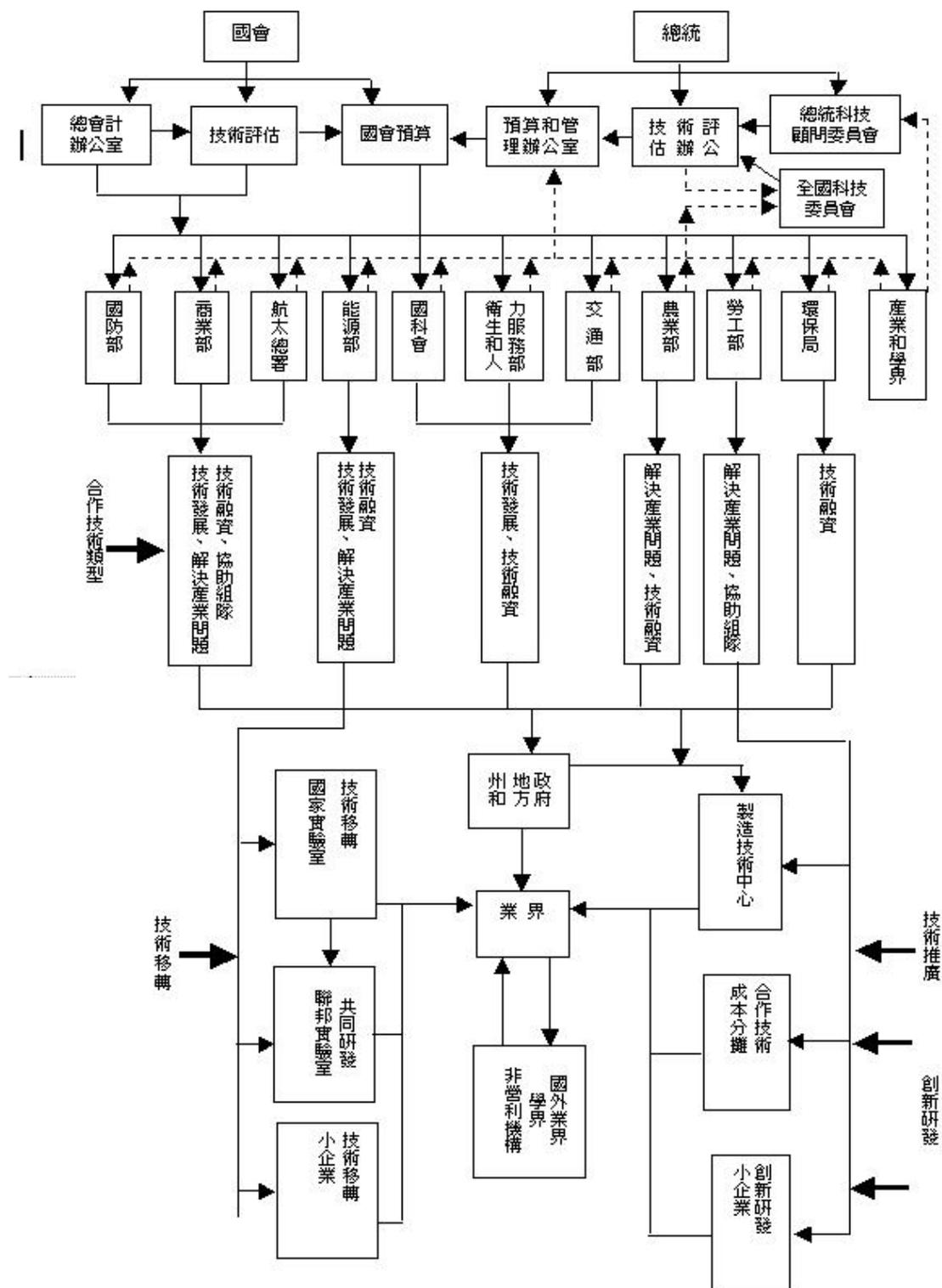


圖 2.1 美國科技研發組織和運作架構

2.1.2 加拿大

加拿大政府近年來相當重視科學技術的發展，從事科技活動的相關政府部門有 27 個，全國共有科研實體單位 281 個，除最主要的國家研究院(National Research Council, NRC)外，還有其他政府部門的重要研究機構。政府機構科研人員總數為 33,700 人(其中科學家 11,000 人，技術員 9,200 人)。

加拿大國家研究院(簡稱 NRC)是加拿大政府最主要科技研究推動與執行機構，類似我國的國科會與工研院之結合體，於 1916 年成立，早期以擔任政府顧問為主，1930 年代初期，由於實驗室逐漸設置，角色與定位亦隨之而變，1990 年代以後除持續研發活動外，並特別重視與加拿大之民間企業及公立機構建立夥伴關係，目前主要任務為創辦、規劃及開發國家策略性大型科技基礎設施之運作。有 18 個研究所，5 個技術中心，3,600 餘名研究人員，至 2002 年有 709.9 百萬元加幣之研發經費及 71.4 百萬元加幣之收入。主要從事基礎和基礎應用研究，此外，還通過提供科技人力，試驗設施及政府資助等來支援工業企業開發，應用新技術及培訓人才，並負責技術推廣和科技成果轉移到工業和生產部門，出版刊物和交流科技情報。1996 年 NRC 推動 Entrepreneurship Program 促進技術商業化，現階段成立衍生公司是 NRC 重點工作之一，1995 至 2002 NRC 已有 55 家衍生公司，企業投資達 247 百萬加幣。



2.1.3 德國

德國政府支持的國家級大型研究機構，主要有(1)馬克思-普朗克研究協會(簡稱 MPG)；(2)佛勞恩霍夫研究協會(Fraunhofer Gesellschaft, 簡稱 FhG)；(3)霍爾姆爾茲協會(Helmholtz-Gemeinschaft, 簡稱 HGF)；(4)萊布尼茲協會(Leibniz-Gemeinschaft WGL)。此外，還有 250 個大學以外(非大學)的研究所(Non-University Research Institutions)，88 所公立大學，以及許多企業之研究機構等。這些機構都各有其特色與任務，例如 MPG 比較偏向基礎研究，在國際上享有諾貝爾獎搖籃之譽；FhG 則與我國工研院一般比較偏應用研究，主要從事自然科學應用和工程科學方面的研究，做為基礎研究和產品發展之橋樑；HGF 擁有大型科學實驗儀器設備，如大型加速器、大型風洞等，定位於 MPG 和 FhG 之間，主要從事具有應用前景的高科技基礎研究。這些研究機構各有其定位與角色分工，有效的配合德國經濟、科技及產業發展的需要，形成其研究特色，並互相連接，發揮互補的功能，成為德國主要的科技創新系統，因此雖然德國研發經費總投入不如美、日，但德國是世界上第二大技術輸出國，特別是在車輛、機械及環保等科技領域居全球領導地位。

德國政府有鑑於技術創新對國家產業經濟發展的重要，但在政府研發經費無

法快速成長下，改變以往科技資源均分之政策，於 1990 年代初期起將資源集中於環保、能源、微電子、生物及交通等幾個重點領域，並要求大學、研究機構強化其技術移轉功能與效益。最近德國聯邦教育研究部公布資訊、奈米、光學技術等三領域的研發計畫，體認資訊科技在未來產業發展之樞紐地位，而 FhG 在該領域已累積相當績效，因此，將資訊研究所 GMD 併給 FhG，使 FhG 成為歐洲最大的資訊科技研究機構。

FhG 是歐洲非營利應用研究服務的最大研究機構，與我國工研院類似均屬於合約導向型研究機構，約三分之二的經費來自於對產業及政府機構提供之服務收入，三分之一來自政府之基本補助，主要用於建立核心技術，其績效主要為協助德國經濟、科技、產業之發展，FhG 近年來的經營策略包括學研合作、所際聯盟、國際化及技術移轉、設立衍生公司等。

FhG 係於第二次世界大戰後，為確保德國之研究能力及產業發展之競爭力，由一群科學界、產業界和巴伐利亞州(Bavaria)政府人士發起，於 1949 年在慕尼黑創立之公益研究協會組織，成立時只有 3 個人，協會名稱是紀念慕尼黑本地之研究者、發明家與企業家 Joseph Von Fraunhofer，FhG 之成立背景異於政府直接介入成立之研究機構，例如荷蘭之 TNO，我國之工研院及澳洲之 CSIRO 等。

FhG 定位為應用研究機構，主要從事應用性研究及推動政府策略性研究計畫，並移轉研發成果至產業界以促進產業界之技術創新、產品與製程之發展。為發揮效益 FhG 多年來一直遵守以下幾個原則：(1)配合國內外研發市場之需求而進行研發活動；(2)研究業務各自在各所進行，在研發市場之活動則以企業經營(entrepreneurial)之精神為導引；(3)對經濟、國家、社會提供具體及實際之服務；(4)客戶導向；(5)獨立於政治、經濟、社會之利益團體之外；(6)最少之組織層級，採分權式組織共負責任與工作。

FhG 1949 年成立，1951 年獲得歐洲復興計畫的補助，1954 年設立第一個研究所，並開始獲得國防部支持，進行國防研究，初期佔研究經費一半以上，至 1959 年已有 9 個研究所，人員約 135 人，經費約 3.6 百萬馬克。1960 年代被德國教育科學研究技術部(BMBF)認定屬政府基本經費資助之應用研究機構，此後，規模不斷擴充，由於政府希望 FhG 能加強其對產業之貢獻，1973 年起開始採用”Fraunhofer financial model”，政府給 FhG 之基本經費約等於 FhG 之產業服務收入與政府機構服務收入和之二分之一，亦即政府之補助採隨其獲得外部委託契約之比例而增加的方式，此後 FhG 即逐漸轉型為合約導向研究機構。2002 年已有 57 個研究所，分佈在德國 40 個地區，人員約 13000 人，折合全職人員數約 9100 人，平均人員每年流動率約 10%，此與我國工研院類似，總經費約 10 億歐元，為工研院兩倍，其中約 9 億歐元是合約研究，合約研究中約三分之二，來自

產業及政府機構之合約研究，政府機構之合約委辦研究也是依競標之方式取得，另外之三分之一，係來自聯邦政府及地方政府之補助，用為發展核心技術，目標為未來五至十年能對產業及社會有所貢獻之技術，其相關組織變遷與經費來源概況如表 2.1 與表 2.2。

表 2.1 FhG 之組織變遷

	1949	1959	1969	1979	1989	1999	2002
研究所數	創立	9 所	19 所	27	37 所	47 所	57 所
人數	3 人	135 人	1200 人	2200 人	6400 人	8000 人	13000 人 (含合約研究者)
總預算(百萬馬克)	--	3.6	33	190(103.6 百萬美元)	700(372.3 百萬美元)	710 百萬歐元 (756.4 百萬美元)	約 1072 百萬歐元 (941.1 百萬美元)

資料來源：(1)李宏仁

(2)整理自 FhG 各年年報

表 2.2 FhG 歷年來經費來源

單位：百萬歐元

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
建築及設備投資	134	106	82	55	60	80	103	109	
國防研究	36	35	36	35	36	37	36	37	
合約研究	基本補助	176	209	209	211	225	228	311	364
	聯邦及地方政府	113	110	104	101	95	114	175	201
	產、商業及協會	139	162	187	209	229	257	277	274
	歐協技術合約	16	15	17	21	20	18	26	33
	研究贊助者	14	10	9	10	10	10	9	8
	其他	17	19	29	30	35	37	55	46
合約研究小計	475	525	555	582	614	664	853	926	
合計	645	666	673	672	710	781	992	1072	

資料來源：整理自 FhG 各年年報

因為德國政府政策影響，近年來 FhG 積極爭取產業服務機會強化其競爭力，為了掌握顧客需要，除定期進行顧客滿意調查外，同時也加強運用媒體，讓社會大眾及產業界了解其業務活動，每天平面媒體出現約 24 次，電視約 4.5 次。FhG 之產業服務方式包括：委託合約研究(技術、產品與製程)、技術授權、衍生公司、技術諮詢、顧問(技術資訊，可行性研究，市場調查，技術和生產趨勢分析，經濟活力測算分析等)、驗證、測試以及人才培養等。目前 FhG 每年接受委託研

究案約 11000 件，客戶約 3000 家，以中小企業為主。近五年來已累積客戶約 10000 家，每年以 1000 家速度增加。2001 年 FhG 從產業得到之研發經費(277 百萬歐元)約佔產業研發經費之 0.6%，2000 年(215 百萬歐元)約佔 0.5%，約佔產業委外研發經費之 3.4%，約佔德國產業委託國內研究單位研發經費之 26.9%。

1984 年 FhG 開始推動成立衍生公司，1997 年獲得教育研究部(BMBF)同意，實施促進衍生公司辦法，至 2002 年已協助成立 52 家衍生公司，集中在生醫、材料、生產自動化、資通訊等領域，其中 36 家 FhG 握有股權。為鼓勵員工成立衍生公司，FhG 規定離職後任職於衍生公司的員工可以在 18 個月內回研究所續任，年資照算，此項辦法為目前研究分析荷蘭的 TNO、日本的 AIST、加拿大的 NRC 與我國工研院等機構為止發現是 FhG 推動衍生公司成功的特色。

2.1.4 荷蘭

荷蘭應用科學研究院 (The Netherlands Organization For Applied Scientific Research, 簡稱 TNO)係 1932 年荷蘭政府依 1930 年國會通過的 TNO 法案而設立，是荷蘭重要研究機構之一，以應用研究為主，扮演基礎研究與產品發展的橋樑(Bridge)角色及協助產業與政府創新的力量。1970 年代初荷蘭政府為強化 TNO 與產業結合，逐漸減少對 TNO 自由研究經費的補助。1985 年荷蘭政府修訂原 TNO 法案，1986 年開始實施，明訂每四年由 TNO 提出策略計畫，作為 TNO 和政府經費補助的協議基礎，因此 1986 年後 TNO 也逐漸轉型為合約導向研究機構(contract research organization)，並增加民間企業委託研究收入。目前 TNO 的主要收入來自合同收入和政府專案經費補助，此主要用於政策性新計畫的開發與應用，包括空間(空間設計、運輸與後勤、公共設施)，勞工、保健及福利、資訊通訊、營養及農業、環境及能源、產業及服務業、和平與安全(國防、公共安全)等。

TNO 主要從事 5 項業務：知識的開發、知識的利用、技術轉讓、國防部中心實驗室、知識商業化。TNO 約擁有 400 項關鍵技術或專利。技術集中十四個領域：(1)產品開發與新生產技術；(2)新材料；(3)可持續過程，能量與材料的使用；(4)防禦；(5)資訊與通訊技術；(6)應用物理；(7)營養與食品；(8)防病與健康；(9)工作與工作環境；(10)運輸與後勤；(11)建築與基礎設施；(12)次表面與自然資源；(13)創新管理；(14)公共安全。

TNO 目前有 14 個研究所如表 2.3，以收入而言 1994 年為 409.6 百萬美元，2001 年為之 417.7 百萬美元，以人力而言，採取與工研院類似不成長策略，1994 年為 4500 人，2001 年達 4587 人，2002 年達 5003 人。政府補助款佔其總收入比率呈逐漸下降的趨勢，從 1994 年的 43.2%降至 2001 年的 33.9%。產業界委託部份的比率逐年上揚，從 1994 年的 28.2%上升至 2001 年的 35.6%，委託研究計畫追求 7%

的利潤，力求維持財務盈餘，如表 2.4。

TNO 為了強化研發及服務，成立事業中心(business center)，整合跨領域技術，以利承接複雜計畫，2002 年有 8 個如表 2.5，事業中心係配合產業及政府需要而設立，目前除 TNO Pharma 中心外，其餘 7 個都採虛擬組織，依計畫需要結合 TNO 相關研究所組成研究團隊。TNO 同時也與學校合作成立知識中心 (knowledge center)，以降低研究風險，充裕知識來源，2000 年有 25 個，2002 年增至 30 個。研究單位分散在荷蘭各地，以利接近市場，服務當地客戶，規模較大的在：Apeldoorn、Delft、The Hague Rijswijk 與 Zeist 等地，總部設在海牙。

表 2.3 TNO 14 個研究所概況

單位：百萬美元

	員工人數 (2001 年)	收入(2001)	研究領域
Netherlands Institute of Applied Geoscience TNO	400	31.5	• 1997 年由兩個地球科學研究所合併而成，是荷蘭主要的地下及自然資源研究機構
TNO Building and Construction Research	283	33.0(1999) 28.8(2000)	• 建築及工程
TNO Human Factor	160	12.6	• 科技環境下人類行為與績效的研究，主要客戶是國防部。
TNO inro	NA	NA	• 專精於交通、運輸、後勤、區域經濟及實體規劃的研究
TNO TPD	NA	NA	• 應用物理、光學、音響、機械、電子、材料、製程技術。
TNO Industrial Technology	500	45.0	• 產品發展、生產技術、材料技術、產品研究、清潔技術
TNO Strategy Tchnology and Policy	45(1999)	4.8(1999)	• 新經濟結構、創新的動態性、技術對社會及使用者的影響、決策過程等
TNO Environment Energy and Process Innovation (TNO-MEP)	350	26.4(2000) 27.5(2001)	• 能源、環境技術
TNO Nutrition and Food Research	783(2000) 711(2001)	60.8(2000) 60.9(2001)	• 營養及食品與健康、品質與安全等
TNO Physics and Electronics Laboratory (TNO-FEL)	550	50.4(2000) 50.9(2001)	• 以國防技術為主，兼及資訊通訊、公共安全、運輸及後勤
TNO Prevention and Health	475		• 保健、醫藥技術等
TNO Prins Maurits Lab	330		• 以國防技術為主
TNO Automotive	NA	NA	• 先進運輸系統動力火車產品認證檢測先

	員工人數 (2001年)	收入(2001)	研究領域
			進底盤撞擊安全分析等
TNO work and Employment	200	16.2	• 從事適合人員工作、技術、組織、知識發展之研究

資料來源：<http://www.tno.nl>

表 2.4 TNO 經費來源與員工人數

單位：百萬美元

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產業界委託	115.5	137.1	130.5	127.7	145.2	153.3	150.7	148.9
政府委託	60.5	63.6	65.8	54.9	87.0	57.5	54.8	52.3
國外委託	56.6	63.6	63.5	60.0	67.6	82.1	68.5	74.5
委託收入合計	232.6	264.2	259.8	242.5	269.8	293.0	274.0	275.7
政府補助	177.0	197.5	170.8	157.4	160.4	154.1	143.2	142.0
合計	409.6	461.7	430.7	399.9	430.1	469.6	417.1	417.7
盈餘	2.7	6.2	6.5	6.7	7.6	6.3	6.8	-0.8
員工人數	4500	4200	4000	4200	4213	4518	4659	4587

資料來源：TNO 各年 Annual Report。不含衍生公司資料

表 2.5 TNO 8 個事業中心概況

	員工人數(2001年)	研究領域
TNO SME	結合 14 個所	中小企業技術輔導
TNO Chemistry	結合 5 個相關研究所的專家達 500 人	分析與驗證、聚合物與塗料、製程效用、安全與註冊等
TNO Public Safety	結合 5 個相關研究所的專家	犯罪的控制與預防
TNO Multimedia and Telecommunications	結合 4 個相關研究所的專家	
TNO Pharma	700	藥理學、毒物學、生技、檢測、臨床服務
TNO Space	結合 5 個相關研究所的專家	航空、太空技術
TNO Traffic & Transport	5 人，結合 7 個相關研究所的專家達 400 人	運輸安全、智慧型運輸系統、運輸策略等
TNO Ageing Research	NA	老人食、衣、住、行、育、樂行為及設施改善等

資料來源：<http://www.tno.nl>

2.1.5 日本

日本 1980 年代末期以來，經濟低迷，失業率偏高，所以日本政府為了振興經濟，除推動提振經濟措施外，亦積極調整政府組織架構，1995 年 11 月通過「科學技術基本法」，並於公元 1996 年擬訂科學技術基本計畫，同時師法美國的推動技術移轉相關法案，於 1998 年實施大學等技術移轉促進法，鼓勵大學設立技術移轉事業(TLO)，1999 年實施產業活力再生特別措置法，規定受國家委託的研究得減免其專利規費，其研究成果得由受託企業或團體取得，2000 年實施產業技術強化法，允許公立大學教授及研究機構研究人員在接受技術移轉的民間企業兼職。2001 年 4 月 1 日，包含日本產業技術總合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology; 簡稱 AIST)、物質材料研究所(NIMS)等 57 個屬國家事務事業的機構，改制為獨立行政法人。

1. AIST

1882 年日本成立地質調查所(Geological Survey of Japan)，1902 年至 1952 年間又陸續成立 10 幾個研究單位，日本政府為強化技術行政體系，遂於 1948 年成立工業技術廳，將政府相關研究機構歸屬其下，隸屬於通商產業省(MITI)，1952 年改名為工業技術院(Agency of Industrial Science and Technology, AIST)，經費完全由政府提供，員工具公務人員資格。主要任務為：(1)通產省產業技術政策的規劃與執行；(2)產業共同基盤技術的研究、訂定產業標準、量測標準等；(3)產業技術之研究開發。工業技術院早期以發展應用技術為主，1980 年代以後由於日本產業技術研發水準已大幅提升，才逐漸轉型至以基礎性、獨創性技術的研發為主。2001 年 4 月起，整合原十五個研究所及計量教習所(Weights and Measures Training Institute)更名為產業技術總合研究所。在行政體系上依照「產業技術總合研究所設置法」(特別法)的規定調整為獨立行政法人，不再隸屬經濟產業省，成為日本最大的公立研發機構之一，有員工 5,700 人，其中 2,500 人為固定研究人員並具有公務人員身分；另外客座研究人員有：2,500 人包括訪問研究員、博士後研究員、從私人企業來的研究員、從國外來的研究員及國內大學研究生等；行政人員約 700 人。經費預算一年約 6 億美金，80%來自 METI，其它來自如科學文部省等。AIST 共有 9 個研究基地，平均分布於日本全國各地，包括北海道、東北、關西、四國、九州等。總部在東京近郊的筑波，規模最大，百分之七十的研究員在此工作。AIST 現有研究所及實驗室從事下列技術的研發：生命科學、資訊、奈米及材料、環境及能源、地球科學、量測等。改組後將研究單位分為研究中心(Research Centers)、研究部門(Research Institutes)、研究組(Research Division)及研究室(Research Initiative)等以利彈性人才運用。主要任務為(1)產業科學技術之相關研究開發；(2)地質調查；(3)計量標準；(4)技術指導及成果推廣等。

長久以來，日本工業技術院旗下的研究所相較於大學及產業界，具有下列特色：(1)提出科學政策的建言：以研發成果為基礎，向政策當局或合作的科研單位提出先導性的政策建言；(2)推動具組織規模之集中性研究：針對風險性高或需要長時間研發方能實用化的研究課題，善用組織規模及資金能力，持續性分組研發；(3)推動跨領域的技術革新：擁有層面廣闊的研究者，可進行跨領域合作開發；(4)開發基盤性技術：具有高度的中立性、公正性及公信力的背景，可進行基盤技術的開發。

AIST 所屬的研究單位雖具有前述特色，但相對地也有許多問題例如：(1)組織僵硬；(2)對基礎研究的認知不足；(3)研究人員對於國家與社會需求的意識不足等。為了解決上述現象與提高 AIST 效率，日本政府決定採用更改組織為獨立行政法人的政策，使 AIST 脫離既有的法律、預算及會計制度的限制，採用企業之會計原則，以民間企業化的方式經營。AIST 改為獨立行政法人之後，可以不受固定員額管理、政府機構管理、會計法、國有財產法等限制，有可能成為機動性強且彈性佳的研究組織。轉型後之 AIST 提高自主性、資金來源多元化、增加技術授權及成立衍生公司之自由度等，在技術發展策略方面展現下列幾點特色：(1)研究領域兼顧永續發展、產業基盤技術與創造新興產業；(2)技術開發兼顧分工與整合，機動與效率；(3)強化了與大學及產業人員之交流，所以研究人員相對比較知道國家與社會需求；(4)加強與國內外學術研究機構合作並與國際創新網路接軌，運用外界研發資訊加速技術的創新；(5)開始真正強化與落實新創企業與衍生公司的機制。表 2.6 比較了 AIST 改組前後智財管理的改變，表 2.7 為 AIST2000 年與 2001 年經費、專利與技術移轉對照。可以發現 AIST 愈來愈重視產業合作與技術移轉，也成立有創業育成中心向產業靠攏，可以預期其與產業關係及國際接軌會愈來愈密切，但是此項改革是否 AIST 會重新自我定位為 1980 年以前應用研究導向之機構，將是有待未來之追蹤觀察。

表 2.6 AIST 改組前後智財管理比較

	2001 年 4 月 1 日以前	2001 年 4 月 1 日以後
管理機構	1.1996 年以前由日本產業技術振興協會 (JITA) 管理 2.1996 年以後改由院內之專利管理部門負責(約 10 人)	1.由產學官聯繫部門之 IPR 組負責，每個研究單位之研究人員負責管理其 IP
IPR 歸屬	政府出資：政府(研究員可擁有 50%) 業界共同合作：共同擁有(依貢獻度而定)	政府出資：AIST 決定 業界共同合作：依契約而定
對研究人員之獎勵	1.以論文來評估 2.技術授權收入分享少	1 以論文及 IPR 來評估 2. 授權收入 100 萬日圓以內可分得 50%，100 萬日圓以上可分得 50 萬日圓加超額之 25%

	2001年4月1日以前	2001年4月1日以後
共同研究成果之運用	僅限於共同研究參加者使用	經共同研究參加者選擇可供第三者使用
委託研究	很困難	具彈性且正面反應
技術移轉之推動	日本產業技術振興協會(JITA)	產總研創新(TLO)

資料來源：產總研，本研究整理

表 2.7 AIST 經費、專利與技術移轉

	2000	2001
經費	68817 百萬日圓	84689 百萬日圓
合作研究(件)	972	1131
委託研究	5 件(18 百萬日圓)	78 件(370 百萬日圓)
技術訓練(人次)	735	1186
日本專利申請(件)	1022	1017
國外專利申請(件)	151	140
技術授權合約(件)	149	187
技術授權收入(百萬日圓)	46	144
新創企業(1999/4—2002/8 累計)	3 家	11 家(生物 5 家、資訊 3 家、材料 2 家、能源 1 家)，其中 2002 至 8 月有 2 家

資料來源：產總研，本研究整理

2.1.6 韓國

韓國在過去的二十多年中由於政府相對其他國家更重視科技投資與發展，因此近年來其在高科技產業發展與技術研發上取得了令人矚目的成就，1994 年初，韓國已是世界上電子、汽車、鋼鐵、化工、造船和紡織等重要產業的十大生產國之一。近年來，韓國政府對科學和技術的發展提出新的發展政策與目標，加強民間企業的技術競爭、加速發展具有國際競爭能力技術領域和大力加強研究與發展能力。增加整個研究與發展投入。大力鼓勵私營企業直接參與科研開發活動。1994 年，韓國總計研究與開發的投入達到了 98.3 億美元，佔國民生產總額的 2.16 %，而且這幾年仍以每年接近 30% 的漲幅增長。在總研發經費中，主要來自民營企業約 73%，政府約只佔 19%，大學為 8%(1994 年)。以階段分：基礎研究部分約佔 14%，應用研究佔 24%，產品等開發研究約佔 62%。私人企業自辦的研究所數量與能力日益增強，已成為韓國科研的主導力量。雖然如此，國

家級大型研究機構如韓國科學技術院(Korea Institute of Science and Technology, 簡稱 KIST)等仍然是該國最重要與影響力的科研組織。

KIST 係依韓國特別法(KIST Assistance Act)方式由政府於 1966 年捐助設立的研究機構(GRIs)，主要任務為：(1)執行跨領域的研究以發展應用科學、材料科學、基礎工程、系統工程等領域的基礎技術；擴散研究成果並且培訓優秀的研究員；(2)執行基礎和應用研究以促進與政府策略及國家科技相關的中長期研發活動；(3)與國內外企業、大學、研究機構及其他專家小組進行聯合研究、技術交流、教育和訓練的合作；(4)與企業的技術及研發服務的相互委託；(5)國家科技策略的研究等。KIST 共有員工 924 人，456 人為正式研究人員，其中有 320 人擁有博士學位，其預算從 1966 年成立初期的 5 億韓元研究資金至 2003 年已成長為 1313 億韓元，由此可一窺韓國政府對科技投資的支持力量。現階段韓國政府給 KIST 目標希望至 2010 年發展成為世界十大研究機構之一。其中 KIST 執行的 G-7 研究計畫就是為提昇韓國在特定領域和產品的技術競爭力達到世界先進國家水準的目標計畫。該計畫的特色是大學、研究機構，以及產業界共同參與的大規模、中長期計畫；研究領域區分為兩類：產品技術類針對特別高科技產品包括：新藥品和新農化產品、整合服務數位網路(ISDN)、高解像電視、下一代汽車；另一類是基本技術包括：下一代半導體、先進資訊材料、電子與能源、先進製造系統、新的功能性生物材料、環境與能源技術、下一代核能反應器。另外 KIST 內部有其獨立中長期的研究計畫，目的，在提升 KIST 的專業性和品質。包括 KIST-2000 研究計畫、先進核心技術移轉、策略研究及支援計畫。KIST 目前有國內專利 1,660 件、國外專利 739 件(至 2002 年底)；商品化：完成 394 件，430 件正在進行中(至 1998 年底)。

2.1.7 澳洲

澳洲政府也十分重視科技發展與教育，澳洲政府於 1990 年設立 Co-operative Research Center(CRC)，目的希望透過長期策略性之研究產生創新構想，提升研究人員之能力以及發展目前及未來之企業，促進研發成果之商業化，以增加國家財富及社會福服社；參加對象主要為大學、研究機構、產業界、政府機構；獲選之 CRC 由政府補助至多一半經費，以協助其建立及運作，其餘由所有合作者負擔，政府補助經費以 2002 年為例每個 CRC 約 2.45 百萬澳幣。1990 年起共有 123 個 CRCs 獲得政府資金贊助，存續期間通常是 7 年，至 2002 年底有 64 個 CRCs 運作，平均而言，政府費用投入約只佔 CRC 總經費之 25%，但是分析 CSIRO2002 年 6 月參加澳洲政府推動存續中 64 個 CRCs 之 46 個約為其三分之二；CRC 研究領域包括生產技術、資通技術、礦業及能源、農業及鄉村基礎製造技術、環境、醫藥技術等。

聯邦科學暨工業研究院 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 簡稱 CSIRO) 創立於 1920 年，主要任務為進行科學研究以提升或促進澳洲初級及第二級產業之發展。1949 年澳州政府通過 Science and Industry Act，並進行組織調整與正名為 CSIRO，過去 50 年係接受產業科學暨資源部監督，2001 年以後改由教育訓練暨青年事務部監督，與我國工研院類似。CSIRO 研究領域很廣幾乎涵蓋初級、二級、三級產業各領域，例如環保、人類營養、生醫、資源維護、都市及鄉村規劃、水資源供給等。CSIRO 在 22 項科學領域裡，有 11 項在學術單位中居全球前 1%，環境/生態領域居世界第 3 位，是最有影響力之機構，在農業領域裡居第 4 位 (Science Watch, July-August 2001)。

CSIRO 係由產官學代表 10 人組成管理委員會，每人任期五年，為其最高領導機構；其最高執行團隊 (Executive Team) 由院長，兩個副院長、4 研究群 (groups) 及支援部門之主管組成，下轄執行管理委員會 (Executive Management Council)，由執行團隊及 4 個研究群 (groups) 之各組 (Division) 負責人組成。2002 年全職員工人數為 5,999 人，約 28% 員工有博士學位，6.7% 有碩士學位，大學畢業以上 60%，一般服務、行政支援及院部管理人員合計佔 19.2% (1166 人)，2001 全年預算為 4.78 億美元。

CSIRO 以組 (Division) 為單位來配合澳洲產業發展，自 1995 年起規劃成 22 個產業部門 (Sector) 為策略規劃之基礎，CSIRO 之經費分配即先以 Sector 為基礎，再對應至相關之 Division，Division 與 Sector 間形成矩陣經營方式，有利於組成適當團隊，發展跨領域技術。每個 Sector 由 10 至 15 位產、學及相關政府機構之代表，組成委員會 (70% 來自產業界)，(Sector Advisory Committees, SAC) 設主席一人，並設 Sector Coordinator 一人，通常由 Division 之負責人擔任，主要任務為提供研究計畫、研究優先次序、Sector 經費分配之諮詢與建議。CSIRO 在澳洲境內有 65 個研究據點，在國外有 3 個實驗室，7 個據點 (location)。自 1995 年起，政府要求 CSIRO 之經費收入，至少需 30% 來自外部收益，但自 2002 年起 9 月起取消此規定，強調對社會、經濟、產業之影響，並要求其透過產業共同參與合作研究中心 (CRCs)，強化與大學、研究機構、產業界之夥伴關係，同時設立商業化委員會 (Board Commercial Committee)；自 1996 年起每三年制定為期三年之 CSIRO Strategic Research Plan，對組織管理、Vision 及資源分配提供建議，運用產業顧問委員會 (SAC) 協助策略規劃，做為與產業溝通之橋樑。CSIRO 每年舉辦顧客滿意調查，並藉由國際比較，提升員工生產力。CSIRO 每年約與 2500 個客戶互動，其中有三分之二是民間企業，2001 年約有 267 百萬澳元之外部服務收入，詳如表 2.8，其中 25.6% 來自民間企業，13.2% 來自國外企業與機構，10% 來自共同研究中心 (CRC)，15.6% 來自鄉村研發公司，28.37% 來自政府機構，6.3% 來自技術授權收入。1999/2000 CSIRO 共進行 7500 項服務，其中 51% 來自民間企業，9% 來自國外企業與機構，6% 來自共同研究中心 (CRC)，7% 來自鄉村研發

公司，27%來自政府機構。此也表現CSIRO1995年員工6,758人，總經費462百萬澳元，2002年人數只有5,999人，比1995年少，但經費成長50%為639.3百萬澳元，1985-2001年CSIRO約有70家衍生公司，擁有權益者約26%(35家中有9家)，為了支持衍生公司措施，CSIRO規定：(1)人員方面可借調與留職停薪；(2)提供創業育成服務；(3)取得權益。此為工研院與台灣研究機構所無措施，也許與當地比較欠缺創業精神有關。表2.9為2000年CSIRO專利申請與技術授權、新創事業與美國、加拿大比較，其表現比美國聯邦實驗室及澳洲學術機構都好，但比美加學術機構差，此也說明美加學術界競爭力比聯邦實驗室強及有效率。

表2.8 CSIRO 2002/03 經費收入與員工人數

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03
政府預算撥款	461.6	417.6	444.5	466.8	475.4	617	612	639.3
共同合作中心	26.91	28.41	32.5	31.3	30	27.6	26.7	32.0
國外	8.31	8.93	13.1	19.9	20.5	31	35.3	34.3
鄉村研發公司	41.08	40.75	40.3	40.8	40.7	40.8	41.6	42.6
聯邦、州及地方政府	49.01	49.76	52.3	63.1	68.6	66.8	75.6	76.8
私人企業	61.16	66.39	74.5	64.9	67.9	68.6	68.6	77.8
授權收入	2.4	3.9	5.3	6.5	8.3	9.3	16.9	13.8
其他	9.14	7.86	8.1	4.1	4.9	5.2	0.2	0
調整	0	0	10.7	-9.3	-0.1	-7	2.1	-1.9
合計	659.61	623.6	681.3	688.1	716.2	859.3	879	914.7
外部收入	201.8	221.4	236.8	221.3	240.8	242.3	267	275.4
外部收入比率	32.6%	33.2%	32.0%	32.7%	33.3%	32.3%	34.7%	34.1%
員工人數	7137 (6758)	6709 (6347)	6600 (6287)	6636 (6325)	6409 (6085)	6511 (5928)	6389 (5850)	6636 (5999)

資料來源：工研院整理

表2.9 2000年CSIRO專利申請與技術授權、衍生公司之國內、國際比較

每10億美元研發經費

	美國專利獲得數	技術授權合約數	調整後技術授權收入(US\$M)	新創企業
澳洲學術機構	34.3	115.4	31.6	16.2
CSIRO	71.8	294.2	12.5	22.8
美國學術機構	127.0	143.0	44.9	13.8
加拿大學術機構	86.1	183.4	17.2	37.5
美國聯邦實驗室	56.2	20.6	3.1	NA

- 1.2000年澳洲學術機構共獲得498件專利及plant breeder right(CSIRO 257件)
- 2.2000年澳洲學術機構共有417件授權、選擇權、讓渡(CSIRO 168件)
- 3.2000年澳洲學術機構491件授權收入達99百萬美元(CSIRO 220件，11.6百萬美元)
- 4.2000年澳洲學術機構新創企業47家，91%總部在澳洲(CSIRO 13家，11家在澳洲)

資料來源：工研院整理

2.1.8 以色列

以色列也是一個十分重視科技發展的國家，其科研投資佔國民生產總值(GNP)之比高達3%以上，其中GDP的2.3%用於民用相關的研究和開發。同時到目前為止，以色列也是全球在自然科學、工程、農業和醫學方面等著書人數比例最大的國家，科技維持了以色列全球的競爭地位。

以色列是採高等教育與科研一體化的體制、從事研究與開發的機構主要是希伯萊大學、特拉維夫大學、本-古裏安大學、泰克尼昂技術學院、魏茨曼科學院、沃爾卡尼農業中心等一些重要的高等院校和科研機構。工業的研究與開發多數是由幾家大公司來進行。醫療中心和一些公共服務公司也進行重大課題研究計畫，研究範圍涉及電氣和電力、電訊和水利資源的管理等。政府和國立機構主要扮演研究與開發資金的提供者。在為民用研究與開發提供的資金中，大部分是用於發展工業和農業，與其他國家相比，其資金在總額中佔的份量很大。

從經費的流向可以看出科研活動的概況：

- (1) 按經費性質分：國防軍工研究佔科研總費用的50%~60%、民用只佔40~50%；
- (2) 按部門分：高教佔40%；其次是化工佔12%~15%；再次是農業，佔8%左右；能源佔4~5%；其他為雙邊基金、多邊基金等約佔10%左右；
- (3) 按專業領域分：主要是生物科技約佔總數的1/3左右，其次為化學、物理、健康科學和數學，剩下的10%分散於其他研究計畫特別是計畫外的臨時急迫計畫。

以色列工業貿易部負責的工業研發方面，工業貿易部首席科學家辦公室1995年度預算為3.07億美元。支援的領域集中電子業，其工業產值佔高技術產業的3/4，電子產品的70%，出口到已開發國家，該部也是主要與台灣洽商合作之對口單位。

2.1.9 中國

中國有五個部門負責科技政策的制定：科技部、教育部、國家發展計畫委員會、國家經貿委員會及中國科學院。而據科技部之統計資料顯示：中國的科技研發經費占國內生產總值的比重由 1995 年的 348.7 億元人民幣佔 GDP 之 0.6%，2002 年科技研發經費已達 1287.6 億元人民幣，佔 GDP 之 1.23%。居全球 R&D 經費支出排名第三，其中科技資源比較充裕，經濟發展比較高的區域如北京、廣東、江蘇、上海、山東、四川、遼寧和陝西等共支出 713 億元，占大陸全國科研究與試驗發展經費總支出的 68.4%，有集中趨勢。SCI 收錄的論文總數世界排名，中國已經由 1995 年的第 15 位上升到 2000 年的第 8 位。

表 2.10 大陸研發經費及其占國內生產總值的比重(1995~2002 年)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
R&D 經費(億元)	348.7	404.5	509.2	551.1	678.9	896.0	1042.5	1287.6
增長速度 * (%)	14.0	9.5	24.9	10.9	20.3**	16.9**	16.4	23.9
占 GDP (%)	0.60	0.60	0.68	0.70	0.83	1.00	1.09	1.23

資料來源：<http://www.most.gov.cn> 本研究整理

從研發經費支出，研究類型則以產品開發導向之試驗發展(約 75.1%)為主，其次為應用研究(約 19.2%)，基礎研究則只有約 5.7%，因此可看出中國大陸因為自 1992 年開始特別強調市場經濟以來，對基礎研究已經不如過去的重視，但是 2000 年由於大陸政策，政府經費偏向基礎研究如基礎研究重大項目計劃(即 973 計劃)，似乎有回穩不會持續下降，不過因為研發總經費增加，絕對金額也增加許多，對大陸科技成員將有正面影響，如表 2.11。

表 2.11 大陸研發經費支出之分佈結構

經費單位：億元(人民幣)

西 元		1998	1999	2000	2001	2002
R&D 經費支出		551	678.9	896	1042.5	1287.6
執行部門 (%)	企業	44.8	49.6	61.2	60.4	
	研究機構	42.6	38.5	28.1	27.6	
	高等學校	10.4	9.3	9.4	9.8	
	其他	2.2	2.6	1.3	2.2	

西 元		1998	1999	2000	2001	2002
研究類型 (%)	基礎研究	5.3	5.0	5.2	5.0	5.7
	應用研究	22.6	22.3	17.0	16.9	19.2
	試驗發展	72.1	72.7	77.8	78.1	75.1

資料來源：<http://www.most.gov.cn> 本研究整理

目前中國大陸推動中的重要技術發展政策是「發展高科技，實現產業化，促進技術創新」。中國大陸由國家制定的重要科技計畫有 863 計畫、國家科技攻關計畫、火炬計畫、攀登計畫、基礎研究重大項目計畫(即 973 計畫)、高新技術產業開發區發展政策等。總體而言，目前大陸的科技計畫以實現市場效益為主。以 863 計畫為例，據科技部資料 863 計畫到 2001 年實施十五年來在六個領域共投入 57 億元人民幣，累計創造新增產值達 560 多億元，投入與產出比接近 1 比 10，產生的間接經濟效益就高達兩千多億元。另外截至 2002 年底，大陸國有研究機構已經累計轉制到技術開發類機構共 1185 個，代表國家支持之研究單位正加速轉為民間或非營利單位，此也符合全球趨勢。

1. 中國科學院(簡稱中科院)

中科院成立於 1949 年 9 月 27 日，是大陸國務院的事業單位，中國最高學術機構和自然科學綜合研究的機構。從 1996 年起，實行科技職員制，該院的 123 個研究所及院部的 7,520 餘名各類管理人員，已全部脫離原有的套用黨政機關的職務身份，成為不同級別的科技職員。截止到 2001 年 12 月底中國科學院院士共有 653 名。

主要任務：

- (1) 組織開展自然科學的基礎科學和技術科學。對自然資源、生態環境進行綜合性考察、研究、觀測、試驗，積累基本科學資料，為國家有關經濟和社會發展的宏觀決策提供科學依據；
- (2) 承擔國家重大任務，研究解決經濟、國防建設和社會發展中的關鍵性的科學技術問題；
- (3) 進行多層次的技術開發工作，促進中國高技術產業的形成和發展；
- (4) 透過科學研究與技術開發工作，為國家培養和輸送高水準的人才；
- (5) 組織學部委員和科技專家，對中國現代化建設和科學技術發展的重大問題進行諮詢，積極參與國家科技決策工作；
- (6) 積極開展國際學術交流，為促進中國和世界科學技術的發展和人類進步做出貢獻。

中科院工作的基本方針過去 50 多年來共有五次調整，事實上也就是代表中

國大陸科技政策歷史的演變。

- 1950 年：按人民政協共同綱領規定的文教政策，改革過去的科研機構，以期培養科學建設人才，使科學研究真正能夠服務於國家的工業、農業、保健和國防事業的建設；
- 1978 年：側重基礎，側重提高，為國民經濟和國防建設服務；
- 1983 年：大力加強應用研究，積極而有選擇地參加發展工作，繼續重視基礎研究；
- 1987 年：把主要力量動員和組織到國民經濟建設的主戰場，同時保持一支精幹力量從事基礎研究和高技術跟蹤；
- 2002 年：面向國家戰略需求，面向世界科學前沿，加強原始科學創新，加強關鍵技術創新與集成，攀登世界科技高峰，為我國經濟建設、國家安全和社會可持續發展不斷作出基礎性、戰略性、前瞻性的重大創新貢獻(三性貢獻)。

2.1.10 中華民國

民國 48 年初，行政院核定「國家長期發展科學計畫綱領」(民國 48 年至 57 年)，是政府遷台後最早之科技政策綱領，當時以充實科學發展之基礎為主要目標。重要的措施包括設置國家發展科學專款，延攬人才，鼓勵研究及充實研究設施等。同年行政院成立「國家長期科學發展委員會」，以負責推動科學發展事宜，並於民國 56 年 8 月改組為「國家科學委員會」，二年後再擴充改組為「行政院國家科學委員會」(國科會)，為我國科技發展之專責機構。

民國 57 年政府公布「國家科學發展計畫」，以四年為一期，分三期來推動科學發展(民國 58 年至 69 年)；由以往著重於純學術及科學奠基之研究，擴大為除加強學術研究外，並注意到技術層面之研究發展以配合國家建設需要(中華民國科技白皮書，民 86)。

為因應國家建設與發展的需要，行政院於民國 67 年召開第一次全國科技會議，此會議後來成為全國科技政策形成的重要機制。我國大型研究機構計有：中央研究院成立於民國 17 年，中山科學研究院(簡稱中科院)成立於民國 58 年，工研院成立於民國 62 年，資訊工業策進會成立於民國 68 年，生物技術開發中心成立於民國 73 年及國家實驗研究院成立於民國 92 年等幾個國家級大型研究機構，加上尚有 57 個財團法人研究機構、51 所公立大專院校、8 所軍警大專院校、58 所私立大專院校及民間企業的研究單位等，構成我國科技發展與創新的體系。有關我國各研究機構的定位與分工，如表 2.12 與圖 2.2。以下為對我國幾個國家級大型研究機構發展概況的分析。

表 2.12 我國科技發展與創新之執行機構與分工

負責單位 研究層次	推動機關	執行機構			
	政府機關	無特定對象	有特定對象		
		學校	研究機構	財團法人	企業界
基礎研究	中央研究院 教育部 國科會	各大學 系所	中央研究院 各所	國研院	
應用研究	經濟部 國防部 交通委員會 農委會 衛生署 環保署		中研院 核研會 農試所	工研院 食品所 資策會 生技中心 國衛院	公民營 企業
技術發展		各大學 系所 孵化器			
商品化					

資料來源：本研究整理

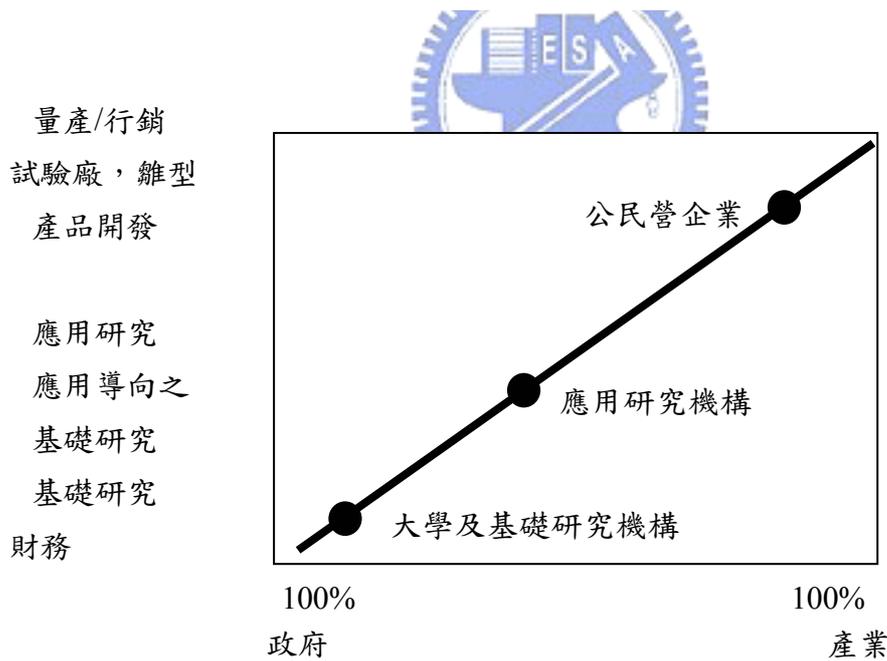


圖 2.2 從經費來源與研發活動鏈分析研發機構角色與定位示意圖

1. 中央研究院

中央研究院(簡稱中研院)創立於民國十七年成立。中研院為我國學術研究最高機關，其任務有三，一為人文及科學研究；二為指導、聯絡及獎勵學術研究；

三為培養高級學術研究人才，組織上隸屬於總統府為準政府單位(中央研究院組織法，90年)。最能說明中研院使命與任務為該院已故李先聞院士所書「多想多做、使科學為人類造福」，這句話看似簡單，實則道盡了科學研究的普世價值；目標希望中央研究院逐步蛻變為一個現代化的學術研究機構，與世界上最先進的大學或學術機構一較長短，庶幾成為一個國際級的學術研究機構。(李遠哲，民93)。目前正進行中國家型計畫計有：農業生物技術國家型科技計畫、數位典藏國家型科技計畫、奈米國家型科技計畫、基因體醫學國家型科技計畫等。

中研院目前含籌備處共有 27 個研究所(處)：數學研究所、物理研究所、化學研究所、地球科學研究所、資訊科學研究所、統計科學研究所、原子與分子科學研究所、天文及天文物理研究所籌備處、應用科學及工程研究所籌備處、植物研究所、動物研究所、生物化學研究所、生物醫學科學研究所、分子生物研究所、生物農業科學研究所籌備處、歷史語言研究所、民族學研究所、近代史研究所、經濟研究所、歐美研究所、中山人文社會科學研究所、中國文哲研究所、台灣史研究所籌備處、社會學研究所、語言學研究所、政治學研究所籌備處及五個研究中心。民國 86 成立也成立科技移轉部門，負責該院的科技移轉，將其研究成果公諸於世，開發智慧財產權以增進社會福祉；並將科技移轉所得的收入，作為獎勵該院內各所(處)研究人員，從事學術研究的經費。中央研究院 88 年政府編列預算為新台幣 24 億(不含國科會之其他單位委託進行之計畫)，政府部門推動科技研究發展之經費為新台幣 44.66 億，院士 214 人，研究人員 3259 人，其中行政人員約 1400 人。

2. 中山科學研究院

中山科學研究院(簡稱中科院)於民國五十八年成立於桃園縣龍潭鄉，任務為達成國防二法強調之精神「國防自主、科技建軍與自製為優先」，是一個國家級國防科技研發機構，目前設有航空、飛彈火箭、電子、資訊通信、化學、材料光電等六個研究所，有系統發展、系統製造、系統維護及資訊管理等四個中心，另外還設有一個「軍民通用」部門。主要研究重點為航空、機械、電子、資訊、化學化工、材料光電、品保等技術與大型系統研發、管理與整合，是我國國防科技最重要的研究機構，主要產出為各式武器裝備，如經國號戰機、各型天弓、天劍、雄風飛彈武器，光華戰系、各式雷達、指管通情與資訊防護系統等。自民國八十三年七月起，該院也正式開始配合政策執行軍民通用科技計畫，參與政府產業科技研究發展計畫，並藉技術服務，將科研過程中累積之技術運用於協助產業解決技術瓶頸，希望能貢獻提昇產業技術水準，目前該院接受業界委託各類技術研究、試製委託加工、測試及顧問諮詢服務，每年均達一千餘件。中科院所從事之技術類別及其研發領域，綜整如下表 2.13：

表2.13 中山科學研究院技術類別及其研發領域

技術類別	研發領域
航空類	氣動力分析/試驗、數據擷取系統設計、即時控制系統設計、結構分析、CAD/CAM軟體應用、振動防治與解決、專家系統、空用通信裝備、飛行記錄器、訓練模擬器、腐蝕工程
機械類	流體動力與結構熱傳、慣性導引與控制、機械設計與製造、系統品保工程
資訊通信類	通信保密、通信網路、網路管理、無線電信、電子電機、影像處理、遙控偵測
化工類	化工技術、化學分析、性能測試、玻璃加工與製作
材料暨光電類	材料技術、光電技術
電子類	微波術、多媒體、電力電子、高壓電力轉換、高功率密度電力轉換、變壓器製作、印刷電路板、致動器、電磁干擾
後勤類	後勤工程、後勤資訊、儀具校正
製造類	機械設計製造、電子計設計製造、火工製造
資管類	電子認證、防火牆、網路安全、地理資訊系統、衛星遙測

資料來源：唐文漢研究整理



3. 國家實驗研究院

財團法人國家實驗研究院(簡稱國研院)成立於民國九十二年六月，將原隸屬於行政院國家科學委員會之國家實驗室如國家太空計畫室、國家高速電腦中心、國家實驗動物繁殖及研究中心、國家地震工程研究中心、國家奈米元件實驗室及國家晶片系統設計中心，捐贈出來改組成立財團法人，定位類似德國的 HGF 介於中研院與工研院之間，以增加各實驗室運作的彈性與效率。國研院將統合協調各國家實驗室之運作，來因應一日千里之科技發展及國家未來科技研究之需求。

國研院主管機關為行政院國家科學委員會，設有董、監事會，分別行使監督與查核等職權，董事長為行政院國家科學委員會主任委員。國研院院長負責院務管理與推展，院本部設有企劃考核室、業務推廣室、行政管理室、會計室等四個業務單位協助院長推展院務。國研院現有六個所級實驗研究單位，分別為國家奈米元件實驗室、國家實驗動物中心、國家地震工程研究中心、國家太空計畫室、國家高速網路與計算中心、國家晶片系統中心。

4. 資訊工業策進會

財團法人資訊工業策進會(簡稱資策會)，民國 68 年在已故李資政國鼎先生的奔走，以及經濟部大力的促成下，行政院在第 1631 次院會通過「科學技術發展方案」，通過由政府及民間企業共同捐資，成立「財團法人資訊工業策進會(Institute for Information Industry, III)」。希望藉資策會法人組織，發揮民營企業之彈性及靈活性，以吸引海內外人才，協助政府發展資訊產業，促進資訊應用，提昇各行各業之競爭力。其最初的成立宗旨為(1)推廣資訊技術有效應用，提昇國家整體競爭力；(2)塑造資訊工業發展環境與條件，增強資訊產業競爭力。2000 年隨著大環境的改變，其確立了五項新宗旨：(1)積極扮演政府推動資訊產業發展、資訊科技應用及建構知識經濟環境之幕僚及智庫的角色；(2)協助建構國內資訊產業及知識經濟之基礎環境建設；(3)推動全國各界資訊科技之應用，以提昇其生產力及增進國民福祉；(4)研發及引進前瞻創新之資訊技術，主動協助產業掌握新興機會，提昇我國資訊產業的國際競爭力；(5)培育資訊產業及知識經濟所需的先進技術與管理人才；目的在全力促成政府“e-Taiwan”此一重要政策的落實。目前有員工 1450 人，主要單位有資訊工程研究所、網路多媒體研究所、電子商務研究所、資訊市場情報中心、科技法律中心、產業支援處、專案支援處、推廣服務處、教育訓練處、南區資訊處等；其研究與服務範圍包括資訊產業前瞻技術研發、資訊產業人才培訓、資訊產業發展支援、資訊技術應用推廣等。其現階段訂定六項重點推動工作包括：強化知識經濟建設智庫功能、促進新興資訊通訊產業發展、加強研發創新性與國際化、推動電子商務應用與標準國際化、透過政策性支出，縮短城鄉數位落差及提昇組織效率等。該會很大貢獻為於民國 69 年就推動舉辦資訊月(週)，成為我國推動資訊工業發展以及推廣資訊教育的重大活動典範。該會活動近五年來技術擴散成果如圖 2.3 所示。

技術轉移成果圖



研發成果，質量第一

近五年來，資策會承接經濟部科技專案，平均每年提出約100件專利申請，發表約40篇專業性論文，此一研發成果足證資策會研發團隊的努力與成長。在技術移轉方面，平均每年協助約40家廠商簽約60件技術移轉合約。技轉成果包括Server / Gateway、VOD、Router、Wireless、3D、VR、Internet Application、Search / Index Engine、EC、Diagnosis等相關領域，估計總產值超過100億元。

圖 2.3 資訊工業策進會技術轉移成果圖

資料來源：資策會網站 <http://www.iii.org.tw/aboutiii/02-4.htm>

5、工業技術研究院

(1) 定位

財團法人工研院，是民國 62 年政府為加速發展工業技術而立法設置的財團法人工業技術應用研究機構，總院區在新竹，主要任務在加速提升我國的工業技術，以促進工業效益、增進社會福祉，所以是以從事應用科技研究，講求產業效益，以加速提昇工業技術導向之應用研究機構。工研院一開始就定位為財團法人的民間組織，其經費來源主要為接受政府與民間委託研究。執行策略，中、長程應用研究以發展前瞻性、創新性、包容性、尖端性等技術為主。短程應用研究以配合業界的需要，進行改良製程、開發產品等。研究成果秉持公正、公平、公開的原則，適時依適當的方式將技術擴散到產業界進行實驗量產，以確保技術工業化，並同時規畫完成後的策略性退出。從事工業服務，輔助中小企業技術升級，

增強其在國際市場的競爭力，為國家培育工業技術人才，邁向全球化技術研發之願景。

(2) 願景

工研院任務為加速發展工業技術而成立，其產生的效益也是要經由各項技術在產業界之應用來彰顯，例如建立新興科技產業、改善產業結構、提昇產業產品附加價值與國際競爭力、提昇產業整體發展環境與生活品質、及培育我國發展科技產業所需之人才特別是包括科技創業家等。工研院除持續配合產業發展需求，落實產業導向之任務外，近年來為了協助掌握我國未來產業全球競爭力與資源，特別強化前瞻技術研發與國際化，以在知識經濟來臨時為新產業創造更大產業貢獻與效益。所以 2000 年工研院經營團隊期許將工研院營運成為台灣產業技術的重要資源，重要科技人才搖籃以及成為具有國際地位的產業技術研發機構為其願景。

(3) 組織

2001 年工研院就有七個研究所(電子工業研究所、光電工業研究所、電腦與通訊研究所、化學工業研究所、能源與資源研究所、機械工業研究所、工業材料研究所)及五個研究中心(量測技術發展中心、系統與航太技術發展中心、環境與安全衛生技術發展中心、生物醫學工程中心、系統晶片技術發展中心)等策略性與產業導向的研發單位。主要從事之技術類別及其研發領域，綜整如表 2.14：

表2.14 工研院技術類別及其研發領域

技術類別	研發領域
化工	化工製程、應用化學、醫藥特化、人纖塑膠
機械	自動化、精密機械、動力機械、精密另組件
能源資源	能源節約、系統設計、資源應用、環境保護
材料	材料設計、材料保固、材料應用、新材料
電子	半導體、平面顯示、微波、電子構裝
電腦與通訊	電腦、通訊、消費性電子
光電	光電資訊、光電元件與材料、光學元件與系統
量測技術	計量標準、實驗室認證、工業品保、計量工業
工業污染防治	污染物處理及控制、廢棄物減量及資源化、污染物鑑定及監測
工業安全衛生	化學災變防制、工業衛生、工程安全
航太工業	品保、測試、航空系統與元件、市場技術資訊

資料來源：本研究整理

(4) 營運策略

工研院的發展策略，主要衡量當時環境變化特別是國際趨勢、重視維護環境、安全與天然資源的永續發展及未來產業發展的需要來制定，以確保營運策略具有時效性與前瞻性。2002 年工研院在營運策略上主要為全資源管理，朝以下幾個方向發展：

1. 加強前瞻及創新技術研發：執行經濟部科技專案計畫以建立新科技產業為重要目標，前瞻性及創新性技術研發之比重將逐漸增加。此類工作與基礎科學研究有別，以未來五至十年能產生重大產業效益為考量。
2. 強化產業服務：與產業界密切結合，積極推動技術服務工作，並提升服務品質，以公開、公平之原則，將技術推廣至產業界，並適時推動以創新技術為基礎的投資，以協助產業界提升技術水準。
3. 推動國際化：活用國際科技資源，藉與國際之合作，加速提升工研院技術研發能力及對產業發展之助益，為台灣產業界掌握未來具有競爭力之前瞻技術的科技資源，以建立一種能在全球各地有效的利用當地資源的組織能力。
4. 建置南部分院：配合政府區域產業均衡發展政策，促使從事產業技術研發及服務之人才往南部發展，加速工研院技術擴散效益，帶動南部產業升級，提昇南部產業競爭力。
5. 推動開放實驗室：擴大開放研究設施，提供廠商進行技術研究、合作開發、創業育成等用途，以加速發展高科技產業及以跨向國際研發分工體系中。
6. 提升組織活力：在資訊流通、資源共用及 e-世代的環境中，工研院的組織將採更彈性之做法，積極運用資訊科技，提升工研院各單位之合作，發揮跨領域技術之整體效果，而組織運作，以精簡樸實為原則，謀求最高效率，以提升工研院整體競爭力。

(5) 研發成果分析

工研院最為全球研究機構與政策研究單位經常報導與引述為其協助我國發展與推動建立具有國際競爭力的新興高科技產業，此類貢獻包括引進 RCA 的半導體技術，建立了台灣的半導體產業、引進與研發光電技術，推動台灣光電產業之發展、先期 IBM PC-Compatible 計畫的研發及協助籌組筆記型電腦聯盟導引台灣成為全球筆記型電腦設計與生產王國等。另外工研院一直擔任台灣產業技術研發、創新及高科技創業之源頭，特別是經由衍生公司之成立、研發與科技創業人才之流動，促成我國新竹科學園區持續創新與成長，而且總體科技產業每年研發

費用佔營業額平均超過 5.4%。事實上，工研院在協助中小企業提升附加價值方面，效益更多。有關成果擴散方式，本研究分析主要為透過科技研發與移轉模式如技術研發及引進，學研合作、國際合作(以委託研究為主)，業界先期參與等及推廣服務。88~90 年已經技術移轉 1,222 項予 1,699 家廠商包括超細纖維、共用引擎、碳纖維自行車、光碟機、ADSL…等。30 年人才擴散累積達到 16,526 人，其中在企業界服務為 13,313 人，佔人才擴散人數 81%；共達成 36 家衍生公司及推動成立新公司其中包括聯電、台積電等。同時透過開發實驗室共育成 116 家其中 30 家進駐科學園區，超過執行了 200 計劃，導引投資額美金 13 億，開發實驗室是工研院以創新機制與服務，一方面協助創業家各種創業期間所需要的服務，同時提供現有廠商參加工研院技術開發，協助其轉型或開創新產品線。

從以上收集的各國大型研究機構的資料分析，工研院無論是其成立的使命、任務與目標，人力、經費與成果等，與各國研究機構比較，是具有相似規模與特性，為一個我國比較適合來進行國際比較的大型研究機構，因此本研究以工研院為代表個案，與其他各國大型研究機構進行相關構面比較分析。本研究此處所定義之大型研究機構為該研究機構員工人數約 5000 人，經費約 5 億美元並且有接受政府經費委託，為政府立法直接或間接成立之以應用研究或偏向應用研究為主之研究機構。



2.2 工研院與國際研究機構比較

本節主要篩選上一節各國類似工研院的國際研究機構包括日本 AIST、澳洲 CSIRO、美國 NIST、德國 FhG、荷蘭 TNO 及加拿大 NRC 等分別就其設立日期、組織型態、督導機構、最高經營決策單位、任務、研究單位、據點、員工人數、研發經費、政府基本補助比例、產業服務比例、政府機構服務比例、國外服務比例、每人年研發經費、執行政府研究計畫/優先發展領域/國防科技、執行政府產業扶持計畫/產業創新活動、政府是否派員進入董事會、政府是否藉經費補助導引研發方向、經費補助/運用方式、設立產業服務專責單位、重要產業服務方式、產業溝通管道、是否有客戶滿意度調查、是否有成立知識中心/研究中心、委託大學研究、合作研究、設施共用、人才交流包括合聘教授/借調、指導/監督研究生、博士後研究、在大學兼課等、是否海外設立研究中心/實驗室/辦事處、海外合作研究與人員交流、是否有技術移轉組織、IPR 歸屬及運用、技術授權收入分配、美國專利(1997-2001 累計)比較、技術授權收入佔總收入比率、衍生公司數量、取得權益家數及投資上限、衍生公司領域、協助創造衍生公司之措施等構面進行比較分析。目的希望透過此分析比較，探討出我國最大財團法人研究機構之工研院與各國大型研究機構之發展是否類似及探討該類型研究發展之趨勢。

首先從表 2.15 可以分析，除 NIST 及 NRC 外其餘各國逐漸將國家級大型研究機構朝非營利法人組織發展，使得研究機構組織有彈性及機動性強、又可以確保組織獨立、公正及激發創新力，同時也為了確保其任務與業務營運能反應政府及產業之需求，設計時皆考慮到引進產、官、學界代表進入董事會或理事會等，代表政府與社會負責協助與督導該機構之發展。

從表 2.16 可以發現，各國研究單位組織力求專業與不擴張、彈性與效率，專業研發組織專精於核心領域之技術研發，任務組織從事整合性計畫或任務導向計畫之技術研發；同時研究據點分佈在全國重要地區以接近客戶與市場，除 NIST 之外，其餘均有在國外設立辦事處或研發中心。

以員工人數而言，德國 FhG 最多，ITRI 與 TNO、CSIRO、AIST(含客座研究員)規模較接近，政府機構之 NIST 與 NRC 人員較少。不過以經費來分析如表 2.17，以人力與經費比，NIST 相對高很多，其次是日本的 AIST，ITRI 相對最低。其中 AIST、CSIRO、NIST、NRC 均有很高比例經費來自政府，相對的，最早以應用與工業技術為導向之非營利法人組織，如 ITRI、TNO 與 FhG 等，有明顯比其他機構高的，經費來自產業界的服務收入；不過政府機構之契約委託服務收入在各研究機構中均佔不小比例；比較特別的是 TNO，其國外收入相對於其他研究機構高出許多。

表 2.18 比較中可以明顯發現，所有的研究機構皆在執行政府產業技術政策，包括政府科技研發計畫，以此來累積與培植本身核心能力，以及創造價值與維持國家創新系統、協助產業提升競爭力。而且每一政府均設計有不同機制，導引研究機構與業界，特別是對中小企業之合作，例如台灣的鼓勵中小企業開發新技術 (Small Business Innovation Research Program, SBIR) 計畫、主導性新產品計畫等、德國的協助中小企業之創新、荷蘭之 Center 計畫等。

表 2.19 可以更清楚發現，政府藉由經費之補助或委辦，來導引各研發機構之研發方向，同時推薦代表進入董事會，與經營者建立互動、溝通管道，以促進政府政策目標之有效達成與加強服務產業之目的。在政府補助方面，從比較分析可以了解，台灣政府在監督管理上與美國一樣，每年評審，其他如 FhG、TNO 與政府溝通，主要依據績效評估及策略規劃之發展計畫，其政府比較傾向要求研究機構「自評」及董事會或理事會來代替政府強力介入管理，此部份自從經濟部 91 年有計畫績效評估後，未來也將朝此方向發展。

另外從表 2.20 可以分析，各研究機構均設有技術移轉或推廣單位及專責專利管理單位，可見產業服務及智慧財產權的管理，是研究機構最重視的兩項業務。除 NIST 因為是政府單位無產業代表進入董事會或理事會或相關委員會與審查會外，其餘的研究機構，政府與其本身為了強化與產業互動，產業代表多被邀請進入其董事會、理事會或相關委員會與審查會，以適當反應業界需求；在服務業者的方式上，均大同小異(NIST 比較單向移轉外)，各研究機構在客戶多的重要區域設立專責服務組織，提供共同研究計畫、委託研究、技術授權、顧問、驗證等服務方式，其中衍生公司是最獲政策與決策者的關愛，是最主要營運策略做法，近來頗受重視。另外客戶滿意度調查，了解客戶需求也是逐漸成為研究機構一項表達重要績效評估的方式。

從表 2.21 的比較中可以發現，所有大型研究機構都很重視與大學的交流與合作，此方面我國由於法令限制，無論工研院或中研院皆無類似 AIST、CSIRO、FhG、NRC 等可以指導/監督研究生，另外有關客座研究員及博士後研究也是工研院未來有待加強藉重外面資源之外，

從表 2.22 各研究機構之國際合作分析可以發現，非營利研究機構，皆在海外設立有研究中心實驗室或據點，來運用當地資源，掌握新知識科技與資源，同時爭取當地政府及產業界服務的機會；相對 NIST 及仍具有“公法人”身份之 AIST 就無此計畫。不過無論是任何一個研究機構，皆愈來愈重視國際合作研究與人員交流。

從表 2.23 可以明顯發現，所有政府均已將智慧財產權 IPR 下放，由研究機

構自行營運管理。工研院擁有相對比較多的美國專利，而且在相對的技術授權收入無論絕對值與比例也是最高。由此可知專利對研究機構的重要性，不只是技術能力之表徵，也是創造收益與價值的方式，為了鼓勵研究人員提出有價值的專利，無論哪一研究機構，皆有設立專職單位在執行，同時也願意將獎金分配或分享發明人的獎勵機制，同時過去政府單位限制不可專屬授權也已不再存在。而有關技術授權收入之分配，除我國仍要 50%繳庫外，其他各國的歸屬研究機構，一部份由研究機構分配給發明人。

從表 2.24 新創與衍生公司之分析發現，新創或衍生公司創造之價值與效益比較明顯，所以已經是研究機構經營團隊及政府決策單位或國會監督單位相對，傾向喜好接受的方式，所以每一個研究機構都非常積極，而數量最多，成效較佳的 CSIRO 及 FhG 皆不約而同的會提供給創業人員回鍋的保障(事實上，工研院電子所在創設聯華電子時也提供過類似誘因)，此為其與其他機構比較不一樣之處，本研究認為此可以給其他研究機構一個研擬推動衍生公司的參考措施之一，同時工研院開放實驗室營運的機制，也是研發機構提供技術服務創新的模式，可以提供與其他類似機構參考。



表 2.15 工研院與國際研究機構比較 (一)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
設立日期	1973	1952	1926	1901	1949	1932	1916
法源/依據	工業技術研究院設置條例(1973)	產業技術綜合研究所設置法(2001)	1949年科學與產業法案，1986年修正	綜合貿易與競爭力(1988)，NIST授權法案(1989)	Fraunhofer Model	1932年TNO法案，1985年修訂	國家研究合作案度量衡法案
組織型態	非營利法人組織	獨立行政法人	非營利法人組織	聯邦研究機構	公益研究協會	非營利法人組織	聯邦研究委員會
督導機構	經濟部	經濟產業省(METI)	教育訓練暨青年事務部(2001年以前產業、科學暨技術部)	商務部	教育研究部(BMBF)	荷蘭教育文化科學部	產業部
最高經營決策單位	董事會 (政府4位、產業7位、專家學者4位)	理事會 (由產官學代表組成)	董事會 (由產官學代表10人組成)	商務部之技術局	Senate (有28位委員，18為來自學術、產業及社會，7位政府代表，3位來自科技顧問委員會)	Supervisory Board (由院長及七位產官、學代表組成)	產業部
任務	促進產業邁向知識經濟達成世界競爭力	產業科學技術之相關研究開發，技術指導及成果推廣	以科技與創新協助產業、社會及環境發展	發展及推廣量測標準及技術，以提高生產力，促進貿易改善福祉	從事應用性研究以增進產業利益及社會福祉	運用知識，強化產業及政府之創新力量	民間企業與政府研究機構之Bridge 長期產業所需科研計畫

資料來源：工研院與本研究修正整理

表 2.16 工研院與國際研究機構比較 (二)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
研究單位 (2002 年)	7 所 5 中心、 3 個任務研究中心、 4 個服務中心	27 個研究中心、21 個研究部門、 2 個研究系與 12 研究研究室	4 個研究群(再分成 21 個研究組)，任務組 織：Flagship Programs、CSIRO Science Forum	7 個實驗室，1 個 服務中心， Baldrige 國家品質 計畫、ATP、MEP	57 個研究所、 任務編組：10 個 所際 聯盟、3 個合作網路	14 個研究所、 8 個事業中心 (任務 導向)	18 個研究所、 5 個技術中心 NRC-CISTI
據點	台北、新竹(總部)、 台中、台南等地及聖 荷西、莫斯科、柏 林、東京	北海道、東北、筑 波、臨海附副都、 中部、關西、中 國、四國、九州， (總部在東京、筑 波)，計畫在美、歐 及亞洲設立據點	在澳洲境內有 65 個研 究據點，總部在 Canberra，在法國、南 非有實驗室，另外在 印尼、日本、智利、 墨西哥及馬來西亞等 地有據點	Gaithersburg(馬里 蘭州，總部)、 Boulder(科羅拉多 州)	全國各地(總部在慕尼 黑),美國 Providence, Plymouth, College Park, Delaware, Brookline, Pittsburgh ,Newark, 北 京、東京、新加坡、 雅加達，布魯賽爾	Delft(總部)、 Apeldoorn、海牙、 Zeist 等地及底特 律、密西根、東京、 布拉格、Kharkow 等	Ottawa(總部) 分散全國，成立 15 個 clusters
員工人數 (2002)	6,302	3,200	6,389 (折成全職 5,850 人)	3,064 (2003)	13,000 (折成全職 9,100)	5,003	3,600

資料來源：工研院與本研究修正整理

表 2.17 工研院與國際研究機構比較 (三)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
研發經費 (百萬美元) (2002 年)	442.2	734.7 (FY2002)	478 (FY2001/02)	822.5 (FY2002)	1008.2	510	709.9
政府基本補助(%)	55.9% (專案計畫)	78.2%	69.6%	83.3%	33.9%	31.3%	79.4%
產業服務(%)	21.9%	NA	9.7%	4.7%	25.6%	31.9%	12.7%
政府機構服務(%)	21.5%	13.4%	8.6%	12.0%	22.2%	14.1%	2.9%
國外服務(%)	0.7%	NA	4.0%	NA	7.7%	22.7%	0%
其他(%)	0	8.4%	8.1%	NA	10.6%	0%	5%
每人年研發經費 (千美元)	70.2	229.6	74.8	171.6	110.8	101.9	138.9

註：

1. FhG 之其他項目，主要是建築及設備投資佔 10.2%，可能是來自自有資金
2. CSIRO 之其他項目，主要是來自合作研究中心 3.0%，鄉村產業(Rural Industrial R&D Corporation) 研發公司 4.7%
3. AIST 是預算數
4. NIST 每人年研發經費係扣除 BNQP, ATP, MEP 費用等之數字

資料來源：工研院與本研究修正整理

表 2.18 工研院與國際研究機構比較 (四)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
執行政府研究計畫/優先發展領域/國防科技	科技專案計畫	環境、能源、量測、標準、地質及資訊、奈米、材料科技等	Flagship Program、管理國家研究設施(國立天文台、澳洲動物實驗室、海洋研究船等)	量測標準	資通訊、生物科技及國防科技等。	空間運用、國防、安全、健康、環境能源、資通訊等	管理 5 個策略性大型研究設施
執行政府產業扶持計畫/產業創新活動	主導性新產品計畫、傳統產業升級計畫、SBIR、研發聯盟等	推動產學官合作研發、new venture	推動國家共同研究中心 (CRC)、協助中小企業發展;舉辦科學教育服務等	先端技術計畫(ATP)、製造技術普及及夥伴計畫(MEP)、Baldrige 國家品質計畫	協助中小企業之創新、促進形成地區創新網路、technology foresight 等	Target funding 計畫、Center 計畫(補助產業創新及環境保護、能源使用效率)等	IRAP 計畫、CTN、產業技術顧問(ITA)(256 個)

註：CSIRO 之 Flagship Program 是配合澳洲政府之 National Research Priorities 而訂之計畫，研發計畫包括：Preventative Health, Light Metals, Healthy Country, Wealth from Oceans, Agrifood Top 5, Energy Transformed

資料來源：工研院整理

表 2.19 工研院與國際研究機構比較 (五)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
政府派員進入董事會等	進入董、監事會	進入理事會	進入董事會及產業顧問委員會		進入 Senate Board	進入 Supervisory Board	
藉經費補助導引研發方向	√	√	√	√	√	√	√

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
經費補助/運用方式	逐年依計畫審核	經費得跨年度使用	1.每三年舉辦一次策略規劃以決定政府撥款及外部收入之分配 2. 1995 年起政府要求 CSIRO 之經費至少 30% 來自外部委託(產業及政府機構)，但 2002 年 3 月起取消，改以對產業、經濟、社會之影響來觀察其績效	逐年依計畫審核	1. 每五年向聯邦及州政府提發展報告以作為政府經費補助之依據 2. 政府補助金額 =FhG 每年(產業收入+政府服務收入)/2	1. 每四年一次策略規劃作為與政府協議取得補助經費之基礎 2. 國防科技研發經費需經國防委員會核准	1. 政府逐年編列預算

資料來源：工研院整理



表 2.20 工研院與國際研究機構比較 (六)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
設立產業服務專責單位	各研究單位、設技術推廣組織 1. 設立技術移轉與服務中中心 2. 台北、台中、台南設服務處	1. 於總部設產學官連攜協調組織，於各研究據點設產學官連攜中心 2. 設立 AIST 創新中心	各研究單位、據點設技術推廣組織	設技術服務組織	1. 各研究單位、據點設技術推廣組織 2. 設立專利中心	1. 於各研究單位、據點設立技術推廣組織 2. 設立專利與授權中心	1. NRC-CISTI 2. iRAP 專責單位

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
重要產業服務方式	共同研究、委託研究、技術授權、開放實驗室、衍生公司、人才培育、顧問服務、資訊服務、驗證、測試等	共同研究、委託研究、技術授權、產學官連攜研究體、衍生公司、顧問服務	共同研究、委託研究、技術授權、衍生公司、顧問服務等	合作研究(CRADA)、委託研究、技術授權、設施使用、資訊提供、技術評估等	共同研究、委託研究、技術授權、衍生公司、顧問服務、市場調查、驗證、測試等	共同研究、委託研究、技術授權、技術商品化、衍生公司、顧問服務、驗證、測試等	委託研究、技術商品化、共同研究、驗證測試、分析服務等
產業溝通管道	產業代表進入董事會及產業顧問委員會	產業代表進入理事會	產業代表進入董事會及產業顧問委員會		產業代表進入 Senate Board 及各所之 Board Trustees	產業代表進入 Supervisory Board	iRAP、CISTI、Technology centres
客戶滿意度調查	每年一次		每年一次		√		

資料來源：工研院整理



表 2.21 工研院與國際研究機構比較 (七)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
成立知識中心/研究中心	6(2003)	NA	2(2002)	NA	NA	32(2002)	1
委託大學研究	293 件(1.62 億元台幣)/2002	38 件/2001	NA	NA	NA	√	152 件
合作研究	0.35 億元台幣/2002 年	119 件/2001	46 個共同研究中心	√	√	√	326 件
設施共用	√	√	√	√	√	√	√

		ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
人才 交流	合聘教授/借調	合聘 3 人借調 6 人(2003)	√	√		95%之研究所所 長由大學教授擔 任	√	927
	指導/監督研究生		√	博士 482, 碩士 55 人(2001)	√	√		292
	博士後研究	√	√	183 位(2001 年)	53 位(2003)每年約 40 位	√	√	239
	在大學兼課	87 人(2002) 佔員工人數 1.4%	200(2002 年)佔員 工人數 6.2%	√	NA	√	45 人(2002 年) 佔員工人數 0.9%	√

資料來源：工研院整理

表 2.22 工研院與國際研究機構比較 (八)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
設立研究中心/實驗室	美國卡內基美隆大學、UCB	規劃中	法國、南非		美國 Plymouth 設總部，在 Providence, Newark 等地設 11 個研究中心		NA
辦事處	聖荷西、莫斯科、柏林、東京	規劃中	美、日、智利、墨西哥、英、法及南非等有人員派駐(2002 年)、		布魯塞爾、法國、斯洛伐克、北京、深圳、夏門、漢城、東京、新加坡、雅加達	東京、布拉格、底特律、密西根 Kharkow(烏克蘭)	散佈全加拿大為 15 個 cluster 89 孵化器

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
合作研究	30 個合作研究，28 個 MOU(2002)	與 21 個國家 60 個研究機構合作研究，(2002.)	2001 年 CSIRO 與全球 80 多國家進行 768 項合作計畫	與 16 個國家 25 個研究機構簽 MOU (2002)	與大學、研究機構建立長期合作關係，參與歐盟計畫	與大學、研究機構建立長期合作關係，參與歐盟計畫	與 22 個國家
人員交流	√	√	√	√	√	√	√

資料來源：工研院整理

表 2.23 工研院與國際研究機構比較 (九)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
技術移轉組織	技術移轉與服務中心 TTSC (55 人)	產總研 Innovations (12 人)	NA	Technology Partnerships Division(TPD)	Patent Center for German Research(PST)(90 人)	Patent and Licensing TNO(5 人)	iRAP 單位
IPR 歸屬及運用	ITRI，可專屬授權	AIST，可專屬授權	CSIRO，可專屬授權	NIST，可專屬授權	FhG，可專屬授權	TNO，可專屬授權	各研究所/中心
技術授權收入分配	50%繳庫，50% 歸屬 ITRI，一部份分配給發明人	歸屬 AIST，一部份分配給發明人	歸屬 CSIRO，一部份分配給發明人	歸屬 NIST，一部份分配給發明人	歸屬 FhG，一部份分配給發明人	歸屬 TNO，一部份分配給發明人	歸屬各研究所，一部份分配給發明人
美國專利(1997-2001 累計)	986	334	153	94(1998-2002)	265	NA	NA(累積 3537)
技術授權收入 (百萬美元, 2001)佔總收入	19.7(4.5%)	1.19(0.2%)	8.59(1.9%)	0.262(0.08%)	NA	3.2(0.8%)	3.8(0.5%)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	NIST(美)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
比率(%)							

- 註：1. FhG 之 PST 亦對大學、研究機構、產業界及個人發明者提供 IP 管理服務
2. NIST 之 TPD also manages the Small Business Innovation Research Program (SBIR)
3. ITRI 之 TTSC 人數僅統從事智權工作人數，TTSC 亦承接政府相關 IP 業務

資料來源：工研院整理

表 2.24 工研院與國際研究機構比較 (十)

	ITRI	AIST(日)	CSIRO(澳)	FhG(德)	TNO(荷)	NRC(加)
衍生公司數	36 家 (1980-2003.9)	24 家(1988-2002.10)，2000 年以後成立者佔 70.8%	約 70 家(--2001)	約 300 家(1992-2002)， 2000-2002 約 110 家	36 家(--2001)(仍擁有股 權之家數)	52 家(--2002)
取得權益家數 /及投資上限	14 家/持股超過 25%需經 董事會同意	現階段 AIST 不能擁有股權	調查 35 家其中有權 益者有 9 家/NA	110 家中有 73 家/25%	100%/100%	NA
衍生公司領域	IC、光電、材料、生醫、 機械等	以資通訊 10 家，生命科學 6 家， 環境 4 家，材料 3 家，奈米 1 家	資通訊、製造、礦產 探勘、製藥、化學、 礦產處理、能源等	生產/自動化、生物、資通 訊、光學/雷射、材料、能 源	食品、生物科技、航空、 知識型服務公司等	光電、生技等
協助創造衍生 公司之措施	(1)離職人員可資遣， (2)Open Lab、創業育成中 心提供創業協助 (3)工研院參與投資(4)成 立專責單位推動成立衍 生公司	(1)使用 AIST 設施、設備及技術 授權金優惠，(2)受聘到新創企 業之研究員人事費之優惠， (3)IPR 讓渡給在新創企業任職 之發明者	(1)人員方面可借調 與留職停薪(2)提供 創業育成服務 (3)CISRO 參與投資	(1)離職的員工可在 18 個 月內回研究所，(2) 提供創 業育成服務(3)參與投資 (4)成立 venture fund	(1)具潛力技巧者由 TNO Management BV 成立公司進一步開發 (2)TNO 投資	透過 iRAP 協助

註：NIST 缺乏衍生公司資料

資料來源：工研院整理

綜合以上之比較分析，本研究歸納本節各國研究機構共同的趨勢為

- (1) 國家級大型研究機構均朝向非營利法人組織調整；
- (2) 政府均以經費補助或委辦來導引大型研究機構的研發方向；
- (3) 在非營利法人組織之董監事或委員會，政府以推派產、官、學代表方式介入監督與管理，以確保該研究機構之任務與政策，與產業需求相符合；
- (4) 強調產業服務及智慧財產權之營運管理，並均設有專門部門，而且智慧財產權均已下放給研究機構來營運管理；
- (5) 法人組織的研發機構相對有比較高比例收入來自業界；
- (6) 組織傾向扁平化、專業化，強調以任務組織臨時編列從事整合技術研發與產業服務；
- (7) 強調國際合作與交流，並且多在海外設立據點或研發中心，國際業務收入逐漸成長；
- (8) 政府均會設計輔導中小企業之計畫或基金，間接透過大型研究機構來提供服務，協助產業提升競爭力，此部份經費持續成長；
- (9) 研究機構被要求透過自評(績效評估)提供策略規劃、發展計畫與行動方案是爭取政府經費支持的發展趨勢；
- (10) 合聘教授、指導研究生、博士後研究等爭取人才之機制與運作，將是研究機構擴充人力資源來源的一項重要策略與作法；
- (11) 新創事業與衍生公司將是研究機構對政府及董事會呈現績效很重要的方式之一，也是各國研究機構很重要的一項營運管理政策與作法。

2.3 各國與我國科技計畫績效評估分析

有關國家大型研究機構任務之變遷，Smith(1997)指出英國、法國與比利時二次戰後國家實驗室的任務，在於進行大型計畫，冷戰結束後則開始轉向服務產業，1990年代以後在於協助產業發展、培育人才及成立衍生公司。李宏仁(民 78)認為近年來我國應用研究機構之共同趨向為提高產業委託研究，加強研發成果績效之衡量，確保前瞻技術研究能量之建立，執行國家計畫等。日本之工業技術院 2001 年由公立研究機構改成獨立法人，以增加自由度，提升研發效率與技轉績效，並更名為產業技術總合研究所(AIST)。德國之 FhG，於 1970 年代即實施 Fraunhofer model，政府依其外部收入比例給予基本研究經費補助(李宏仁，民 78)，即使是以德國之基礎研究導向之機構 Max Planck Gesellschaft(MPG)，也由嘉興公司(Garching Innovation GmbH)，負責其技術移轉事宜，以期研究成果落實於產業界。我國中央研究院於 2000 年成立技術移轉辦公室，中山科學院於 83 年也正式開始配合政策執行軍民通用科技計畫成立技術移轉辦公室。工研院原本就重視產業合作，在 80 年代後期更實施 1 比 1 政策，即來自服務計畫之收入和政府之專案計畫經費相當，該項政策的目的是在強化工研院與產業互動。而國科會所屬之國家實驗室如高速電腦中心、同步輻射中心等最近亦均已改為財團法人。總之，政府為了要研究機構發揮效益，落實研究成果於產業、社會上，要求研究機構需配合經濟環境變動與政府政策，積極轉型，適時調整經營策略，方能達成目標(黃宗能，民 93)。然而科學研究向來是有目標的，從學術方面而言，目標在於發明發現，創造知識，認識世界；從經濟方面而言，目標在於發展創新產品與技術提升生產力，使投入資金獲得最大效益。研究目標是否實現有賴於對研究過程和結果進行全面而準確的評估，就需要績效評估。隨著科學技術對人類社會的影響日漸深刻和廣泛，科學研究日益被置於政府的指導和支持下以實現國家目標、增強國家實力、保障國家利益。績效評估是政府與大型研究機構組織溝通的重要方式。目前已開發國家近年來皆積極研究如何對科研進行評估，本節主要分析這些主要已開發國家如何進行評估之研究。

羅達賢(民 92)研究指出世界先進國家政府所資助的研究機構進行評估的方式，大都採行資料審查、專家審議法、專家會審法、人員訪談、實地訪查、聽證會及文獻引用分析法等。其中以專家審議法或專家會審法最常被採用。且絕大部份屬於半數量性或非數量性分析法、評估項目亦偏重於定性的項目。

就評估制度的完整性而言，各國的評估制度中，以歐洲共同市場及瑞典的制度較具完整性，在科技體系上，歐盟科技研發計畫的績效評估一直到 1978 年才開始，前者由一專責機構“European Economic Committee, EEC”委員會，負責科技研究之推動及管考，主要伴隨著歐盟各期架構的研究計畫“Guy et al.”，而後者則採分權方式，交由各部會自行負責。二者的共同點為，對國家級大型研究

機構同時採用內部與外部評估，進行成果效益，執行績效，以及對社會、經濟衝擊影響的評估。另外 OECD 在 1997 年所召開的科技研發績效評估會議，總共有九個國家的科技研發績效評估發表，最後整理成 OECD(1997)的論文集其相關的結論建議為：(1)以「成果」與「成效」作為衡量的重點：其中的成果指的是研發行為的直接產出，包括出版品、科學期刊論文、書以及研討會論文等，另外還因為專業領域的差別有專利、設計、軟體等等不同的成果。而成效則是由於研發行為所產生的影響，例如研發成果的實際應用、高品質的研究人員、與國際研究機構的連結情形等等，這些成效的量化指標的採用情形，在各國因為進行績效評估的目的不同而有所不同；(2)以量化指標為基礎作質化的判斷：科技研發的品質，並不容易單純由量化指標來分辨，所以所有的個案對於科技研發績效的判斷，都是藉由提供量化指標給同儕專家，然後由同儕專家進行最後的績效判斷。對於一些不易用量化指標來呈現績效時，則建議提供研究過程的追蹤紀錄協助判斷；(3)必須進行有政策回饋的評估，不要為了評估而評估，而且必須要將評估的過程與指標盡量公開，以避免對於研究人員進行研究的負擔與負面影響；(4)針對機構層次進行績效評估時，必須注意到評估對於整體研究機構研究行為的影響，切莫過度單純強調研發生產力，否則會對研究機構的運作造成不良的影響。

德國境內的研究機構數目在 1994 年由於兩德統一的緣故使得研究機構由 48 個暴增為 82 個，為了確保這些研究機構的研究品質，並維持列入藍色清單(Blue List Institutes)的彈性，德國聯邦政府要求其科學委員會(Science Council)組成委員會，對個別的研究機構進行評估，進行評估前先由研究機構提供相關資料，然後再進行實地訪視。評鑑結果的採用過程為：首先針對品質水準進行評鑑，如果通過，則繼續進行以上 13 個科技政策面向指標進行評估；如果科技政策評估結果亦通過，則該研究機構將可以繼續名列藍色清單，接受政府基金的資助，否則將會併入一般大學的補助體系；如果品質水準的評鑑不通過，則直接排除在藍色清單的補助之外。其評鑑的 13 個科技政策面向指標分成品質及科技政策兩個層次，在品質方面必須考慮其服務及研究成果的品質如下：

1. 機構在主要科學領域中，與其他國家或國際機構的整合情形；
2. 研究計畫間的整合情形；
3. 具水準的著作發表情形，例如在國內或國際發表具有審查制度的著作發表情形；
4. 外部基金的支援情形，特別是具有專家審查制度的資金來源；
5. 定期接受科技顧問評估的情形；
6. 研究人員的水準與長期契約情形；
7. 與大學及其他研究機構的合作研究情形；
8. 與大學共同接受學術性任務的情形；
9. 參與大學教學活動及支援培訓博士及博士後研究的情形；

10. 曾經在大學獲任教授資格的情形；
11. 獲邀在重要的國家或國際研討會發表學術性演說的情形；
12. 獲邀到其他國家學術機構進行研究的情形；
13. 邀請其他學術研究機構研究人員來進行研究的情形。

荷蘭的研發評鑑制度分成三個層次，包括對研究機構、對研究計畫以及不同學門研究成果對社會的影響等。其中，政府對於研究機構的評鑑，目的不在於藉由評鑑結果進行研發基金分配，也不在於評估各研究機構是否達成其應有的目標，而是在於扮演一個「監督」的角色，期許各研究機構能有較佳的營運體質。對於機構的評鑑責任，多由各研究機構自行承擔，由於荷蘭除了大學之外，仍有多個研究機構或體系，所以大學及各研究機構體系的評鑑制度均分別各自獨立進行。對於評鑑結果，由於各研究機構也體認到研究品質的重要性，而都會以其評鑑結果為基礎，對研究機構的營運策略及方向作適當的調整。其中針對大型研究機構的研究績效觀察指標為評估的目標要與科技預算目標結合在一起。指標考量包括：(1)科學品質：科學與技術研究的原創性及品質；(2)社會品質：機構願景、研究成果的實際落實情形；(3)作業品質：作業流程的管理品質、效率。以 TNO 為例其績效評量主要要以專利獲得、論文發表及作業流程的品質為研究成果指標，並由外部專家評估做為技術策略之參考；但近年來特別重視對產業、經濟發展的效益，另以技術成果品質與市場性(與競爭者比較)如技術授權收入、成立衍生公司，來自產業之服務收入、滿意之顧客數、以及所引發之產業投資額、產值及創造就業機會等為效益指標。荷蘭 TNO 對技術評估相對重視，因此為確保 TNO 技術水準及市場性，每四年一次進行評估一次，每項技術組合由國內外專家 6 名左右組成評估團隊，以九點尺度衡量技術在國內外之相對水準，以市場吸引力及技術地位衡量技術競爭能力，先由受評單位自評，並準備市場吸引力及技術地位衡量有關資料，以供專家團隊複評，專家實地訪察。所以技術評估仍以專家評鑑為主。

美國國會於 1993 年通過實施 Government Performance Results Act of 1993 (GPRA)，目的提升政府機構特別是國家級大型研究機構組織之效益與效率；GPRA 之特點在於以成果與預算連結之績效評估方式，因此政府機構需產生三份檔：(1)至少 5 年之策略規劃含目標及目的；(2)年度績效計畫如何轉化策略規劃之目標為年度之目標與重點計畫；(3)績效報告必須說明年度之目標與重點計畫達成情形。策略規劃每三年需更新一次，其他兩份則每年更新一次。

GPRA 自 1993 年試行，1997 年全面實行，2001 年執行完成法案所要求的整個程式。此期間，美國國會主計處、研究機構與其他相關單位，也一起開會檢討政府資助的研究計畫的績效評估方法與模式。科學、工程暨公共政策委員會對美國研究機構實施 GPRA 之經驗：應用研究宜以實際成果衡量績效，可採用類似

產業界之方法。基礎研究宜以品質(quality)、相關性(relevance)及領導性(leadership)衡量績效。各機構宜定期評估研究結果。

2002年5月美國總統管理委員會(PMC)也提出 Program Assessment Rating Tool(PART)交由預算管理局(OMB)測試、執行。PART以計畫或部門為基礎，評估項目包括計畫目的與設計、策略規劃、計畫管理及計畫結果等四項，PMC針對每項主題均設計一序列問題，問題依計畫或部門之性質不同而有異，由受測單位填答(填對或錯，計畫結果用四個選擇，均需詳細說明理由)，再由預算管理局評分，2004有20%之聯邦計劃需填PART。GPRA較注重成果，PART可以幫助GPRA選擇有效之績效指標，GPRA之資料可以做為填寫PART之參考，相互之間並無衝突。

所以美國聯邦支持之研究計畫，無論是應用研究或基礎研究，皆採專家評審(expert review)方式，評估研究之品質(例如與其他單位進行相同領域者比較，以peer review評之)、相關性(研究主題是否合乎單位任務，可達成單位之目標，符合用戶之需要等，專家中宜包括潛在客戶)及領導性(研究是否站在世界之尖端，採國際標竿)；並建立清楚之專家評審指導原則，包括說明如何驗證其研究績效之評估方法，例如如何選擇專家及其來源，如何安排評審過程等，大部份計畫都要歷經多年才會有成果，所以每次專家評審都必需伴隨追蹤分析，為釐清各階段對於各利害關係人之影響，績效評估時需說明各階段利害關係人之性質差異，以便在各階段找到適當專家進行評審。人力資本是研究計畫最重要之資源，因此在年度績效與策略規劃報告中，宜明顯表達相關的目標與成果，對於分別在各單位間進行之相同領域之研究計畫，宜有一單位負責協調、溝通，並促進彼此間之交流、合作與標竿(COSEPUP, 1999; COSEPUP, 2001)。

美國國家標準技術院(National Institute of Standards and Technology, NIST)對其執行的許多不同性質的研發專案計畫，包括巴立治國家品質計畫、製造技術推廣合作計畫(MEP)以及先進技術計畫(ATP)等三類設有專職的單位執行相關評估機制。根據Link and Scott (1998)的分類，NIST所執行的研發專案評估，大致可分成兩種：一是由專案辦公室對其所轄機構執行專案的經濟評估，另一種就是專為前瞻技術計畫所制訂的評估機制，交由經濟評估辦公室(Economic Assessment Office)執行。對於前者，根據其執行長Tassey(1999)所述，其目的有三：(1)提供計畫影響所及的經濟相關資訊；(2)提供NIST所支援計畫的社會報酬率；(3)提供符合國會所要求的資訊。不過，比較重要的是這些評估並不是為了要比較報酬率的高低，而是為了提出支持這些研究專案必須交給公共研發機構執行的理由。另外，其執行方法大致分成四個步驟(Link, 1996)：(1)將所有的投資量化；(2)定義與計畫相關的產出；(3)定義與前述產出直接相關成效；(4)將所有的成效量化。對於後者，目的則是為了提供一套專案管理的機制，以提升業者執行專案計

畫的效率。而其執行方法是多面向的，包括專家評審、個案分析以及計量分析等。對於執行績效考評，NIST 的規劃和績效評估模如后及圖 2.4：

1. 方法應用：運用外在的顧問團(外在考評)：技術專家、產業分析師、經濟學者、財務分析師、問卷調查設計專家；
2. 應用和採用方便的技巧：技術評估、個體經濟分析、財務分析；
3. 計畫團決定：供給鏈層次的分析、確認及特性化自然的影響、收集估計資料，確保具有彈性及合理化；
4. 假設估計效益：量化、非量化(質)；
5. 時間分配；
6. 影響變數的選擇：
 - (1) 「產出」變數：估計科學(新的)基礎標準的貢獻、NIST 標準的追溯使用測量和測試方法、質(非量化的)的控制機制、模擬模型；
 - (2) 「成果」變數：對產業 R&D 決定的衝擊、對市場評估和加強市場進口決定的衝擊、縮短產業週期時間、增加生產力、增加產品或服務品質、增加產品和系統確實性、減少轉換成本(貿易公平性，績效多樣化)、改進內部運作(在 IT 基礎系統下)；
7. 績效評估後，各種績效資訊可呈現的方式：
 - (1) 「量」的估計，可量化的估計條件：淨現值、成本效益比、社會報酬率；
 - (2) 質的評估與特性化；
 - (3) 瞭解對經濟演進的衝擊點，專案計畫對下游產業影響的時點：研發、生產、市場開發。

至於經濟學家與財務分析師執行評估 NIST 研發的內容，則包括：(1)研究產出：描述活動和產品，衡量和測試方法，參考內容(供應物)，資料，標準；(2)研究成果：估計 NIST 進階技術對製造生產力的影響，對 R&D 效率，轉換成本，不同供給鏈的因素等影響；(3)淨現值：計算計畫期間的利益及成本現值；(4)成本效益比：投入成本與產出效益的相對效應；(5)社會報酬率：對產業而言，縮短達到獲取利益的時間；(6)品質影響追溯：文件品質影響 R&D 投資決定，生產和品質策略，週期時間等。(林欣吾，民 91)

Spender(1996)根據 NIST 執行 ATP 的目標，將評估研發專案的層面，區分成技術、廠商與社會經濟三個面向，每個面向的指標分別為科技知識的基礎、私人報酬以及社會報酬。其中，廠商對研發專案的目標在於追求私人報酬極大，而政府對於研發專案的目標在於追求這三種指標的加成效果。在這三種指標中，社會報酬最主要的部分，其實是研發專案所產生的正向外溢效果，而外溢效果是廠商研發投資效益與社會最適研發投資效益間產生差異的主因，所以政府在評估或衡量研發專案時，外溢效果是最受關注的一個部分。不論 NIST 轄下的何種研究專

案，其實外溢效果的大小是影響政府應不應該介入研發領域的關鍵因素，當然也是進行經濟評估時的推估重點。以 ATP 計劃為例其目的為鼓勵業界開發有明顯商業和經濟潛力的高風險性技術，政府以成本分攤(cost-sharing)的方式提供支援，其評估的模式就是參照美國 GPRA 法的規範下所建立的如圖 2.5 ATP 評估機制。

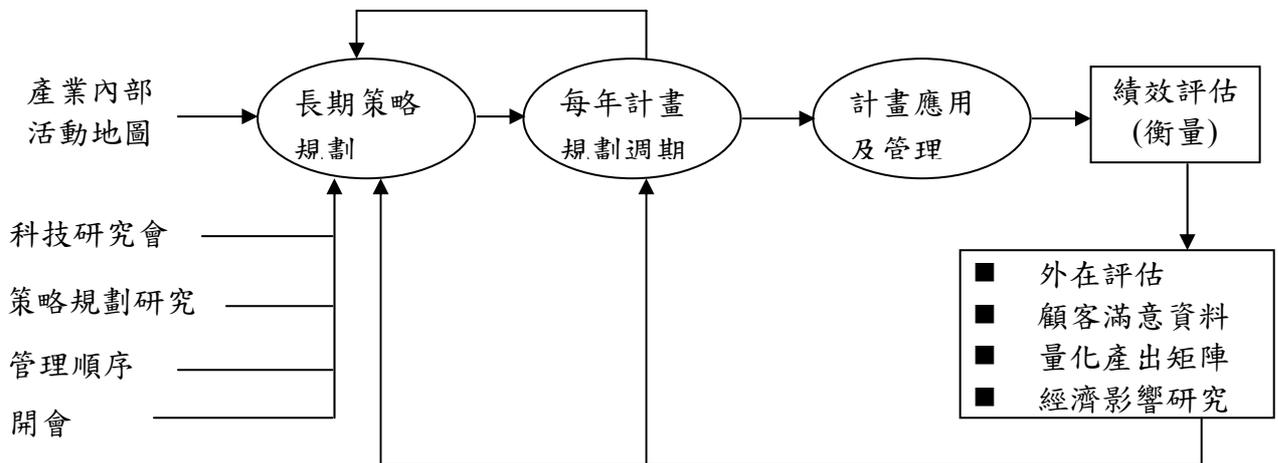


圖 2.4 NIST 的規劃和績效評估模式

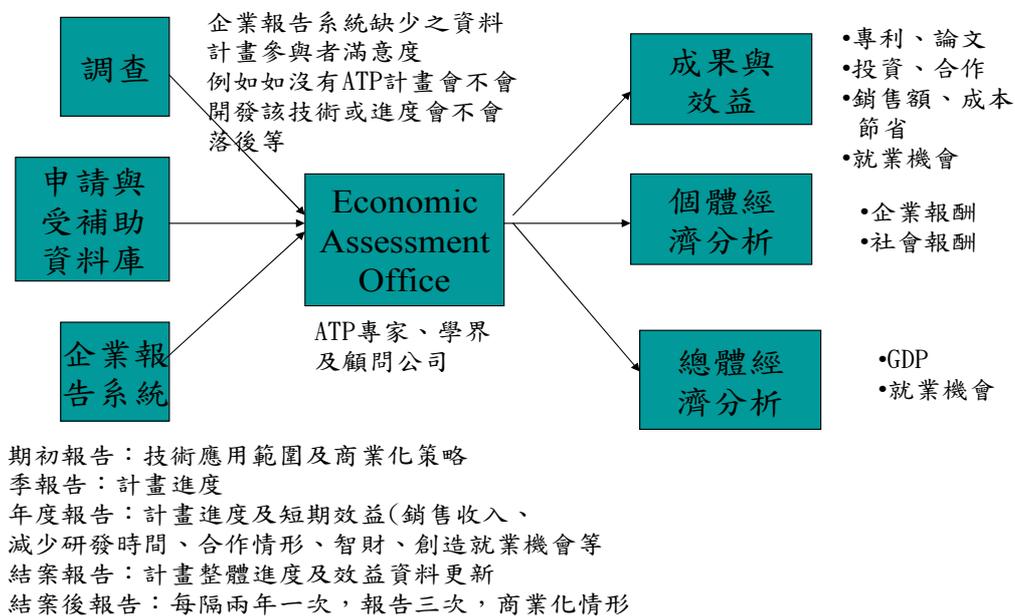


圖 2.5 ATP 評估機制

Rosalie Ruegg Tia Consulting(2003)針對美國、加拿大、以色列及芬蘭政府有關科技專案評估方法比對如表 2.25，此研究也說明各科技發達國家對科技計劃評估主要採用問卷調查、個案研究、專家審議法、專家會審法、指標法等，比較少

運用數量模式。

表 2.25 美/加/以色列/芬蘭政府科技專案評估方法比對

Methods Used	NSF	NIH	DOE/ OS	DOE/ EERE	ATP	Tekes	IRAP ^b
Surveys	X	X	X	X	X	X	X
Case Study/Impact Analysis	X	X	X	X	X	X	X
Expert Panels, Peer Review, & Focus Groups		X	X	X	X	X	
Indicator Metrics		X	X	X	X	X	
Bibliometrics	X	X	X		X		
Historical Tracing	X	X	X				
Econometrics		X			X	X	
Benchmarking		X	X		X	X	X
Network Analysis			X		X		
Scorecard		X		X		X	
Mission/Outcome Mapping			X				
Options Theory			X				
Foresighting			X				
Composite Performance Rating System					X		
Cost-index method					X		
Market Assessment				X			

^aMethods used were not provided for the MAGNET program.

^bThis tabulation likely understates IRAP's use of methods.

資料來源：Rosalie Ruegg Tia Consulting, “Benchmarking Evaluation of Public Science and Technology Program in The United States, Canada, Israel, and Finland”, Jan 15, 2003

澳洲政府對 CSIRO 之評估績效指標包括：(1)資源分配之優先順序；(2)外部收益；(3)論文、報告及專利；(4)人才培訓；(5)顧客滿意度；(6)應用及影響。此項主要分析技術移轉與提供服務等產生對經濟、社會及環境之影響。詳如表 2.26。

表 2.26 澳洲政府對 CSIRO 之評估績效指標

指 標	說 明
	<p>與政府部門顧問委員會及顧客諮商，考量因素如下</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 政府研究之優先順序(NRPs)，CSIRO 之策略規劃，部門顧問委員會之反應(SACs)，新興及途破性科技，市場分析及合作研究之機會 ▪ 2002-03 年度 74%之研發經費用於與 NRPs 有關之研究(10%安全、28%前瞻技術、4%健康、32%環境)
外部收益	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 外部收益指政府撥款以外之收入(私人企業、政府機構委託、合作研究中心、鄉村產業研發公司、國外服務、智權授權收入) ▪ 2002-03 外部收益比率 34.1%(1996 年規定外部收益比率需達 30%，2002 年 9 月以後取消)
論文、報告及專利	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 分析被引用情形表示對知識之貢獻及接近世界先進知識之能力 ▪ 依 ISI 之引用分析，世界最具影響力者，CSIRO 之農業科學世界第四，植物及動物科學第六，環境科學第七，整體被引用次數而言，依 ISI 之分類 22 個學門有 12 個是

指 標	說 明
	世界前百分之一
人才培訓	■202-03 年度督導碩士博士生(535 位)，提供獎學金(194 位)，任用博士後研究(歷年累計 207 位)，
顧客滿意度	■分析 CSIRO 之顧客價值(CVS)，採用國際認可之價值比較分析法 ■2003 年 3 月 CSIRO 之整體 CVS 為 7.0(8/10 是世界級)，比較值為 108(110 以上是世界級)
應用及影響	■分析對經濟、社會及環境之影響

資料來源：工研院整理，CSIRO 年報與網站資料

在日本方面較注重事前的評估與規劃工作，其做法基本上只是內部評估，過去在其文化與制度面考量，績效評估制度與成果很少對外公開。

韓國方面，根據 Lee, et al. (1996)提出韓國研究機構評估經驗顯示，韓國係於 1991 年先對“Government Sponsored Research Institutes, GSRI”評估，評估的目的是診斷每個研究機構的管理制度及運作、提出改善建議。此評估的結果顯示當時韓國的研究機構管理效率差，因此建議相關的政府部門建立負責研發規劃、專案選擇、評估的專責單位，韓國政府接受此建議於 1991 年委託科學與技術政策研究所“The Science and Technology Policy Institute, STEPI”進行評估，屬於出資給研究機構之委方所進行之評估方式，而非由研究機構自我主動進行之評估。

STEPI 是韓國政府於 1980 年代末期成立科技政策研究所，開始主要從事科技預測成果不顯著，直到 1990 年代早期，才有較具體發展。如今 STEPI 每年要進行評估專案超過 900 個，每個專案都有事前和事後的評估，並且分內部和外部的審查，內部是由 STEPI 的計畫管理者進行審查評估，外部則是由學術界、研究所、產業界人士進行審查評估，唯一律採加權平均分數進行評估，因此最後評估結果的可信度不高，且沒有連結到後續的專案選擇、修正與研發決策(羅達賢，民 92)。

分析韓國篩選的績效指標權重，研究發展佔 50%，內容包括計畫管理、計畫績效、外部合作與資訊管理；管理佔 30%，內容包括組織與人才、財務與預算；目的與戰略佔 20%：內容包括中長期戰略與戰略規劃，詳如圖 2.6 韓國政府對國家級研究機構評價指標。

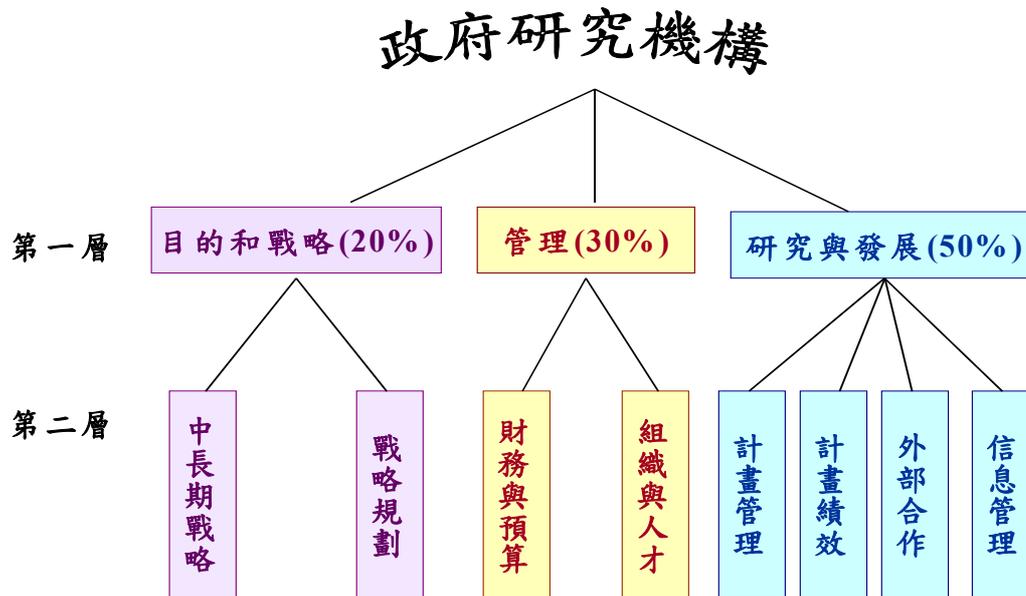


圖 2.6 韓國政府對國家級研究機構評價指標

大陸的中國科學院在 2000 年成立評估研究中心，主要在執行「國家知識創新工程」的各項評估工作。其中，在機構評鑑的層次重點是對知識創新工程試點單位元行評估。根據石兵與連燕華(2001)的指出，這項針對單位層次的評估的目的在促使知識創新工程任務的達成以及建立良好的基礎，其所觀察的指標體系架構重點在科學技術產出的科技目標與三性貢獻，其架構如表 2.27。

中科院所使用的評估方式有：(1)多元方法集成；(2)定量定性結合；(3)通信評估與實地考察結合。具體評估方法：(1)同行評議法：科技目標完成度；(2)評估組實地考察：創新文化建設；(3)管理部門綜合評估：制度建設與軍工目標；(4)計量評估法：定量指標與三性貢獻。評估週期：每年進行監測、二年評估一次。針對不同目的其選用之評估方法：(1)重大創新貢獻：同行評議；(2)創新管理評估：創新文化建設(實地評估)、其他管理目標(定量監測)；(3)科學技術產出：科技目標(同行評議)、三性貢獻(定量監測)；(4)機構基本實力(定量監測)；(5)機構發展態勢(以定量評估為主的綜合評估)。

其中，在科技目標的研究工作貢獻一項中，主要是依學科分類進行評估，學科分類分成三大類：(1)基礎研究：側重研究工作的創新程度，強調科學的原創性及國際地位；(2)高技術類：側重研究工作的社會經濟效益，強調戰略性和創造高經濟效益；(3)資環類：側重研究工作的社會影響及意義以及在社會公益性事業中的貢獻，強調對社會長遠發展、全面進步的影響及意義。另外在評比的

方法方面，由於中國科學院所列各項指標，不論是目標完成度或三性貢獻指標，均在進行評估前已經擬定相關的得分標準，當某項實際數據超過標準時，即可在該項指標得分。然後再依評價內容的差異，採取不同的評價方法，包括以管理專家為主的工作監督評價、以國內外統計資料為主的定量分析評價、以國際同行的專家評價為主的定性評價、以心理學專家為主進行心理問卷調查評價以及各種評價方法的綜合使用，然後分別針對各個指標下的得分情形進行加總，即得各研究單位的年度評鑑成績。

表2.27 中國科學院知識創新工程試點單位評估方案指標架構

大項	中項	內容	比重
目標完成度 (目標評價)	科技目標	<input type="checkbox"/> 科技目標完成度的評估 <input type="checkbox"/> 研究工作的貢獻 <input type="checkbox"/> 與軍工相關的科技目標	40
管理目標		<input type="checkbox"/> 人力資源：平均年齡、45歲以下研究員比重、管理人員比例、兼任與專職比例、新聘人員比例 <input type="checkbox"/> 經費：院撥與對外爭取比例、創新專項使用率、人均經費強度、設備建設投入比 <input type="checkbox"/> 政策貫徹情形	40
領域前沿		<input type="checkbox"/> 領域前沿部署經費投入比重 <input type="checkbox"/> 領域前沿部署人才投入比重 <input type="checkbox"/> 領域前沿部署質量	10
創新文化		<input type="checkbox"/> 園區環境與形象 <input type="checkbox"/> 行為規範與制度建設 <input type="checkbox"/> 價值導向與精神氛圍	10
三性貢獻 (非設定目標)	導向指標	<input type="checkbox"/> 承擔重大科技任務 <input type="checkbox"/> 高質量科學論文 <input type="checkbox"/> 重要國際學術會議特邀報告 <input type="checkbox"/> 重大社會經濟效益(成果移轉、企業孵化、重大諮詢、優秀實驗室、專利數等) <input type="checkbox"/> 人才培養(院士、科技顧問、國際組織任職、優秀青年獎等) <input type="checkbox"/> 科技獎勵(發明獎、進步獎等)	不佔 比重

資料來源：中國科學院(2001)

以上為各國績效評估的發展現況。我國在績效評估發展方面，政府為因應社會發展及國際化腳步、全面提升施政效率和服務品質，提升國家競爭力的訴求，行政院於九十年五月十七日函頒「行政院所屬各機關施政績效評估要點」。此一施政績效評估制度中，各部會必須於研擬中程施政計畫時，訂定該機關之績效目標及衡量指標，以做為施政之策略引導。在國內屬於政府機關所支援成立的財團法人研究機構的績效評估，也屬於評估各政府機關績效的項目之一。

國科會根據行政院第六次全國科技會議「研究發展應另訂適合之採購規範」之決議，並配合科學技術基本法第六條第一項「政府補助、委辦或出資之科學技術研究發展，應依評選或審查方式決定對象，評選或審查應附事由。」之規定，訂定政府機關辦理研究發展計畫採購作業要點，其中規定政府各單位得組成審查委員會對科技計畫的執行單位作研究能量和績效的評鑑，以選擇出最適合的執行單位。因此國科會成立科技組織績效評鑑委員會，在 2002 年 3 月提出一套科技組織績效評估指標與評估模式，落實承接公務機關科研計畫需做組織評鑑之目的，並建立我國科技組織之績效認可制度。科技組織績效評鑑委員會強調其所構建之組織績效評鑑重「品質」，而非重「聲望」；評鑑強調 ”to improve”，而非強調 ”to prove”，並且達到評科技機構自我管制、自我評鑑之境界，增進科技組織品質、效能、效率。我國科技組織績效評鑑之指標架構，以八項衡量構面構成中項評鑑指標。其中，創新能力與聲譽認可二評鑑指標，目前暫列為參考項。其餘六項中項評鑑指標整合成計畫發展、管理制度、人力素質、研究績效四項大項評鑑指標。此一指標架構的意涵與內容，請見表 2.28 及圖 2.7。另外，由於考量科技組織性質多樣性之事實，我國科技組織績效評鑑委員會，依組織任務、功能與性質差異性，區分為三大類科技組織評鑑：基礎研究型組織、應用研究型組織及技術發展型組織。

由於各受評單位，其任務與發展方向各異，或其因應的內部資源配置不同，故各指標權重亦有不同。為確保評鑑制度之公平性與各受評單位之權益，此評鑑制度除共通性項目採固定權重(包括發展計畫、管理制度以及人力資源績效)外，其餘指標權重自訂。

表2.28 我國科技組織績效評鑑架構指標意涵

大項指標	中項指標	構面	指標意涵
發展計劃	發展計劃	計劃	衡量組織目標與策略之前瞻規劃能力，並評量其定位與發展之適合程度與可行性。
管理制度	管理制度	管理	以ISO品質管理系統為依據，審視是否有具體規章與制度管理其科技與服務品質。
人力資源	人力資源	人資	衡量團隊現有研發與技術人員之密度與素質，以及研究人力資源永續更新之速度。
研究績效	合作發展	合作	衡量組織知識與技術累積存量，亦表潛在轉換為市場價值之潛力。
智慧財產		智財	衡量組織創新知識之速度與能力之能力，並評量其知識與技術之前瞻能力。
技術價值		價值	衡量組織開發技術與知識能力與潛力，亦表其與外界合作發展之能力。
現列為 參考指標	創新能力	創新	衡量組織推廣與擴散其知識與技術能力，亦表其與產業界密切程度。
聲譽認可		聲譽	衡量組織國際知名度與國際化程度，以及衡量其技術與知識受到國際重視程度。

資料來源：行政院國家科學委員會(2002)

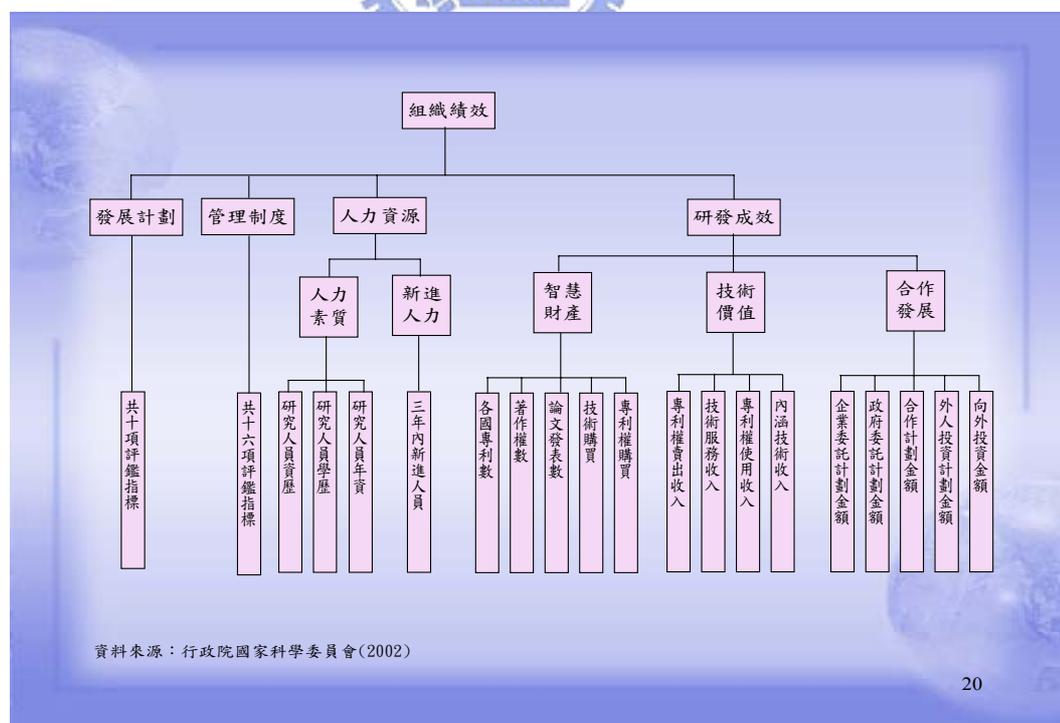


圖2.7 國科會科技組織評鑑指標架構與指標

評比的方法，除發展計畫、管理制度由專家審查相關資料，主觀分別依各細項指標評分，然後依照所有受評單位所得分數之總平均及標準差，區分出評等外，其餘項目的評估均由量化資料直接轉換成最後的評分。而研發成果績效部分，則將細項層級與中項層級的權重相乘，得到各受評單位在各評鑑項目業務上之資源配比，乘上受評單位年預算，則計算出受評單位上年度在項目上所花費經費，再用此經費數除已受評單位在項目成效〈如有幾件專利、有多少之收入等〉，則得到受評單位在評鑑項目的每單位產出所需經費，予以標準化，即以評鑑項目最高分數者轉換為 100 分，其他受評者則以此為標準，線性轉換為對應分數，再予以加總，而得到各受評單位在研發績效指標上之得分。最後找所有受評單位的總平均值與標準差，再轉換為評等。

由前述程序，得到各受評組織在發展計畫、管理制度、人力資源、研發成效大項評鑑指標下之星數評等。依科技組織績效評鑑委員會第一次會議之決議，受評單位認證通過之條件為：

*頒發甲級認證通過證書

1. 四項大項評鑑指標均有三顆星評等以上。
2. 四項大項評鑑指標星等平均值大於四〈含〉顆。

*頒發乙級認證通過證書

1. 四項大項評鑑指標均有二顆星評等以上。
2. 四項大項評鑑指標星等平均值大於三〈含〉顆。

*頒發丙級認證通過證書

1. 四項大項評鑑指標均有一顆星評等以上。
2. 四項大項評鑑指標星等平均值大於二〈含〉顆。

經濟部對於研究機構的評鑑制度，區分成三個部分：管理制度、績效考評制度以及智慧財產管理制度，這三個制度研擬及實施的時間與背景均不相同。(1)管理制度是在 84 年經濟部頒佈「科技專案管理辦法」後，為要求各研究機構應具備管理條件而訂定；(2)績效考評制度是在第三屆立法院的經濟與預算委員會聯席審查時，要求嚴格規範財團法人研究機構等執行政府專案計畫之績效後，在 87 年成立「經濟部科技專案計畫績效考評委員會」，並逐步建立相關的制度；(3)而智慧財產管理制度，則是為配合「科學技術基本法」之施行，督促財團法人建立良好的智慧財產管理制度，以達到政府補助財團法人研發之本意。(經濟部科技專案研究發展計畫作業手冊，2002)。經濟部的評鑑制度觀察的指標：

- (1) 管理制度：以各研究機構組織之整體運作制度為評鑑重點，可劃分為三大部

份：第一部份就組織定位與未來發展為主；第二部份則就計畫管理、人事管理、財產管理、會計管理及內部稽核等組織運作管理方面，依制度面與執行面進行評估，第三部份則評估組織整體運作計畫專案之成效。

- (2) 績效考評制度：首先由受評的研究機構提出該單位工業技術研究與服務中的定位與功能的說明，並自行分辨這項定位與功能在推動創新前瞻、提升核心/關鍵技術以及環境建置等三個基本定位方向的比重，除了這三個基本政策方向之外，還可以由於單位因為執行政府額外所交與之任務，而另外以「其他」的任務目標填入比重。接著，根據這些定位方向分別填寫過去兩年全程結案的科專計畫成果，填寫執行科專計畫後所產生之重大效益，要求選擇足以呈現該單位重大效益之指標。
- (3) 智慧財產管理制度：智慧財產管理基本上包含：研發成果管理、技術移轉以及研發成果之會計與稽核等三個部分。

雖然經濟部的評鑑制度分別有管理制度、績效考評制度與智慧財產管理制度等三種研究機構評鑑制度，其內容不甚相同，但是所實施的評比方式卻大致相同，即由專家分析各研究機構所提供的資訊，綜合主觀判斷研究機構的水準，而給予最後的評鑑結果。最後的評鑑結果，管理制度是依各項制度別，由評鑑委員區分成六個等級：優、適當、制度面須改善、制度面及執行面均須改善、須大幅改善以及資訊不足等，然後再綜合各單位的申覆意見，由「管理能力審核委員會」依整體性及一致性考量決議，最後的結果研究機構必須達到「適當」的水準，才符合科專的要求；智慧財產管理制度則是綜合評鑑委員意見表及申覆意見，由「管理能力審核委員會」給予「通過」與「不通過」的判斷；至於績效評估方面，則是由獨立的「績效考評委員會」，基於「專家為主、指標為輔」的原則，參考相關指標並實地訪查後，共同撰寫「科技專案績效考評委員會總評報告」，內容以給予各受評單位有關績效與改進方向的意見，並要求績效較差必須追蹤考核的研究機構，必須向考評委員會提報改善結果。

從以上個案分析中，實施研究機構評鑑的背景與目的並不完全相同。其中，國科會的研究組織評鑑，目的是在於分出研究機構的優劣，以作為政府評選委託單位時的參考；經濟部的評鑑制度，一方面是要要求各研究機構能建立適當的管理制度，另一方面是希望這些研究機構能因取得科專計畫，而為經濟部展現研究成果。所以我國、美國與荷蘭基本上是為了促進各研究機構改善其競爭力；德國、韓國與中國是為了特定的政策目的；

- * 在指標的內容方面，各個個案大致都已經依其目的選擇相關的指標，而指標的架構，也不出在組織能量理論所提的三個面向：組織動機、組織績效以及組織能量。
- * 在受評機構的分類方面，國科會對於所有的機構均採相同的觀察指標，但

是除了共通指標(組織發展、管理制度及人力資源)之外，其餘的指標允許機構自行訂定比重；經濟部對於管理制度方面，所有的研究機構均一視同仁，而在研究績效方面，則以基本的政策方向，區分出應有的績效構面，然後訂出相關的觀察指標，並容許機構提出其他相關的重大績效資訊，供考評委員參考，另外除了基本政策目標外，還允許研究機構依其政策的特殊性，另提出其他類的指標。荷蘭的制度與其評鑑制度相連結，亦即相同性質的大學或研究機構組成一個群集，然後採取相同的評鑑指標與制度進行評鑑；中國則是根據研究工作目標的差異，區分成科學事業發展的貢獻、對經濟建設的貢獻以及對社會進步的貢獻三類，然後選擇不同的觀察指標進行評估，而對於其他面向的評估則採取相同的指標。

- * 在指標的判定方面，幾乎所有個案大都以量化指標為基礎作質化的判斷，此與OECD(1997)所整理出的經驗相同。在指標的評比方面也都以專家針對不同面向的指標與訪視結果評分，然後再作整體的判斷。

整體而言，各國在評量其國家級研究機構的績效，首先皆為考慮政府政策及國家級研究機構的使命、任務與目標。因為任何國家級研究機構成立的使命與任務就是為了達成一個或多個特定的目標，故非營利研究機構之績效評估，通常從目標與成果來衡量其營運績效開始。任何機構績效評估，第一步便是確定使命、任務與目標何在，因此使命、任務與目標為研究機構績效衡量的基準，目標達成度乃是衡量研究機構效能的方法，亦為其必須追求的標的，進而再追蹤評估其績效與管理上可以改善的可行方案。管理大師彼得·杜拉克說：「目標應是績效或結果，會直接影響組織生存或發展所必需的東西方面，具有下列四項功能：(1)為決策的規範及作為選定策略的依據；(2)作為績效測度的基礎；(3)作為溝通協調的工具；(4)目標具有激勵的功能」。因此比較有效的研究機構績效評估，必須要具有溝通協調及激勵或獎勵的功能，所以績效評估的產出必須具有客觀、公正和可準確的綜合評判之特性。

2.4 工研院績效評估分析與實驗模型設計

工研院內部雖然沒有具體描繪出一套績效評估系統，實務上，工研院從設立宗旨、任務與目標，人才進用開始至計畫執行，計畫完成與推動技術移轉及服務、分析社會與經濟效益，已有了一套未成文系統與制度。主要是工研院董事會與經營團隊很重視績效評估與客戶需求及滿意度，同時大環境的需要如經濟部、國科會與立法院等也要求工研院要提供自評、成果與績效。工研院領導者對績效評估之重視，可由 1993 年董事會主導進行評估工研院的發展成效及是否符合設立宗旨—加速產業工業技術的發展乙案可知(羅達賢，民 92)。

有關績效評估模型，本研究分析探討計有 IPORO、IPPOO、IIPPU、ITOO、

IRCE、IRON、IROT、IPRCE 等不同模型，其中 IPORO 模式為 Brown and Svenson (1988)提出研發活動系統，包括投入(input)、處理系統(processes)、產出(outputs)、接受系統(receiving system)、成果(outcomes)；IPPOO 模式為 Schumann et al. (1995)提出由市場驅動目標(market-driven objectives)來進行評估績效評估，包括投入—人員—程序—產出—後果模式；IIIPU 模式為 Rubenstein and Geisler (1991)提出的階段績效評估模式(stage model)，包括研發過程的投入(inputs)，研發的立即產出(immediate outputs)，研發的中程產出(intermediate outputs)，研發的次終產出(preultimate outputs)，研發的終極產出(ultimate outputs)；ITOO 模式為 Brown and Gobeil (1992)認為典型研發組織的活動具有流程性質，包括投入(input)—作業(throughput)—產出(output)—成果(outcome)。另外 IRCE、IRON、IROT、IPRCE 模型主要為研究計畫評估模型。本研究實證大型研究機構主要研究目標為工研院，因此參考以研發活動系統為前提規劃之 IPORO，如圖 2.8 模式，再依據工研院特性修正為圖 2.9 之 IPOSИ 模型。IPOSИ 模型主要考量與 IPORO 不同為，工研院成果產出最重要的是，能技術擴散與服務，進而產生技術升級、產業與經濟之重大效益。而且工研院之產出、技術擴散與服務的成果、重大效益均會回饋至投入與研發過程，使系統不斷的調整與修正，產生良性循環。接著本研究分別依投入、研發過程、產出、技術擴散與服務、重大效益等五個構面，依序與工研院相關人員研究歸納每一構面之要素，然後分別考量，政府要求提供配合評估制度及工研院已經建立之內部評估辦法與制度的項目，詳如表 2.29 所示。



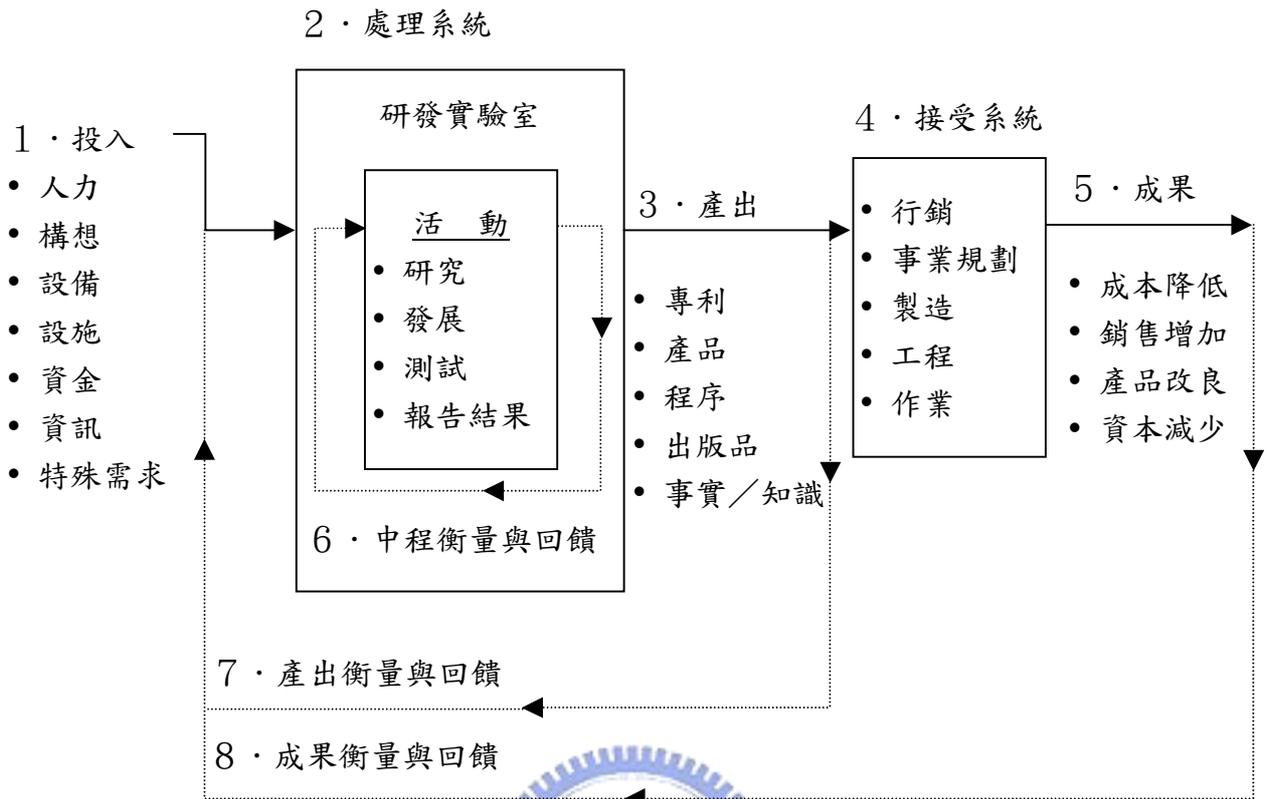


圖 2.8 IPORO 模式

資料來源：Brown, M. G. and Svenson R. A., 1988

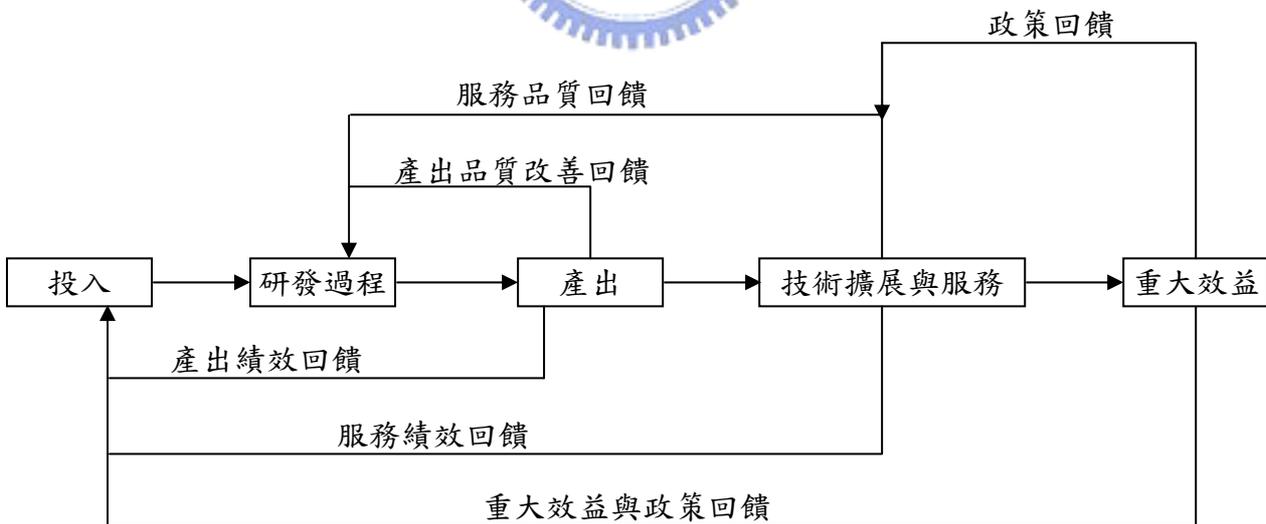


圖 2.9 研究機構組織績效評估(IPOS)模型

資料來源：本研究整理

表 2.29 研發機構組織績效評估(IPOSI)模型內涵

	INPUT 投入	PROCESS 研發過程	OUTPUT 產出	SERVICE 技術擴展與服務	IMPACT 重大效益
要素	人力、技術、構 想、知識、能 源、資本、設 備、建築物、經 營方針與政策 等	研究 發展 測試 報告結果 工業服務 技術移轉 業界參與 主導性新產品計 畫/業界科專 設施/設備規劃運 用 人才訓練、士氣、 教導 工作流程方法改 善 學習專長培育 跨部門合作	專利【包括：發明 專利與新型專利 等】、 論文【包括：期刊 論文及研討會論 文】 研究報告【包括： 技術、調查及訓練 三類報告】、 產品 資訊 知識 規章制度與辦法 收入目標 收入目標達成率 盈餘比例 預算控制	智權推廣 技術合作開發【包 括：合作研究與先 期參與】 技術移轉【包括： 成果移轉及先期 授權】 技術引進【包括： 技術授權、技術合 作、專利授權、顧 問諮詢及其他】 外界委託研究【包 括：學界、業界及 研究機構三類】 工業技術服務 人員代訓 舉辦研討會【包 括：科專計畫及非 科專計畫】 委託外界研究、 科技展覽、 定期刊物出版	創造就業機會 增加投資金額 創造新興產業 提升中小企業競 爭力 環境保護 人才培育 核心技術建立 前瞻技術重大突 破 大型工服 重要國際合作與 技術引進 組織面： 創新、誠信、分享 組織方向、策略 培植核心領域專 家
政府要 求配合 評估制 度	計畫審查	SRB 報告 計畫季報與期中 報告	計畫結案報告 計畫成果考評 經濟部成果獎 計畫目標達成率 計畫預算動支率	成果貢獻獎	經濟部科技專案 績效考評自評表 立法院報告
內部建 立之評 估辦法 與制度	員工進用辦法 海外人才延攬 人才培訓 策略規劃 創意競賽 計畫規劃與內 部初審 T A C	T A C 各單位季報 經營團隊會議 院務會議	員工升等辦法 員工績效評估及 年度考核辦法 董事會報告 環構計畫準則(績 效評估) 前瞻計畫評估(績 效考核) 目標達成度*(財 務面, 專利指標, 技術授權收入, 衍 生增值收入) 國內外新聞媒體 報導數量 鼓勵新創事業制 度	客戶滿意度調查* 員工滿意度調查*	產業貢獻(創造投 資) IP 加值* 新創事業 菁英獎 研發與推廣類獎 項評審作業細則 貢獻獎 經營策略評估(依 董事會決定)

*：代表定量方面

資料來源：本研究整理

依據 IPOSI 模型是可以有系統分析了解工研院績效管理的一個系統，此包括從投入面的人員的進用、組織與單位策略規劃、計畫規劃初審與細審即開始建立績效評估的循環，過程中除配合政府單位如經濟部技術處(客戶)等及民間業者對計畫之評審外，工研院執行過程內部也會不斷的針對計畫特性透過季報、產業委員會、前瞻委員會、內部會計系統等從不同層面考核評估，並要求即時回應與提出改善措施，同時針對成果產出，各單位會依據院內與院外各種獎勵與要求，加強成果的推廣，進而透過經濟部的結案審查，成果獎及內部組織目標達成率計畫績效評估，考核系統及各種獎勵競賽如成果貢獻獎等展現成果績效，使組織及時與適時反應產出成果績效，另外工研院每年或隔年也會進行客戶(技術移轉廠商、政府單位等)滿意度及員工滿意度的調查，及對創業投資等重大經濟效益與影響的成果以各種方式表達出具體的產業與社會貢獻績效。

工研院成果相對在國內外顯著，此也代表其有一個隱性系統在推動組織的發展，值得學術界來探討與提供相關機構之參考，提升學習的效益。因此本研究建立之 IPOSI 模型，可以比較有系統分析出工研院各相關構面的評估系統功能。不過本研究也經由上述模型系統分析發現，工研院績效評估比較欠缺為相對的組織間如所與中心的相互營運效率比較，各所/中心的真正屬性，員工及管理團隊對核心價值真正的認知，其餘由 IPOSI 模型系統檢查工研院是相對比較完善。但是要進行營運效率此類研究，有效資料多為內部資料，相對不易取得，同時數量化之結果也需要真正瞭解研究機構運作的高階主管人員與專家配合，才可以比較正確與適當的進行分析，此也是相關文獻很少探討研究機構組織營運效率評估及群組特性的原因，所以本研究特以「研究機構組織營運效率評估及群組特性、績效指標」主題來探討，希望研究探討分析出現階段適合類似工研院之大型研究機構特性之營運績效的績效評估模型，進而希望引發研究機構與學術界對此主題更多之研究。

2.5 結論與建議

綜合以上分析與研究，本研究歸納全球科技發展有以下幾個趨勢：各國政府愈來愈重視推動科技發展特別是推動國家級研究機構法人化或強調技術擴散與移轉、智慧財產權也愈來愈受重視、國際合作成為競爭要素、最後是亞洲新興工業國家如印度與大陸等挾製造優勢急起直追。因為科技是國家競爭力之關鍵因素、科技知識更是國家決策之基礎，因此無論國內外國家級大型研究機構組織均朝非營利性質組織及產業導向之應用研究發展，加上研發競爭愈來愈國際化，此隨著 WTO 與全球化發展將會愈來愈明顯，FhG 與 TNO 的發展策略與持續增加國際經費成長來源就是一個徵兆與指標。本研究比較類似國家級研究機構後，結果為工研院在台灣高科技產業發展的貢獻外部績效在同類國際研究機構中屬於

卓著，同時其規模與大多數國家之大型研究機構相當，而且該等機構也均朝類似工研院之非營利性質組織及加強與產業結合發展，加上工研院雖然過去成果相對其他國內外研究機構突出也已經建立一個不成文的制度，但內部各所及中心間績效與效率評估等卻未有一套比較客觀有效的評量準則及模式，此也是工研院高階經營團隊積極想尋求解決克服的重要課題。即使工研院曾經聘請過許多國外專家顧問進行內部績效評量，主要仍為定性，但在評量指標及權重選定上相對比較欠缺嚴謹之學理基礎。另外工研院對服務產業之效益追蹤非常重視，也有單項專案或技術開發的評量機制，但針對全院各研究所及中心之內部相對評量則相對缺乏(史欽泰，民 87)，同時考量目前數量化發展愈來愈成熟，所以本研究選擇以工研院為實證研究的個案是相對合適的選擇，同時以工研院實證所設計之 IPOSI 模型，是可以比較有系統的分析其目前績效評估系統，有助於對工研院績效評估系統之分析。



第三章 研究方法及模式

所謂「績效評估」的涵義，簡言之，即「對組織目標達成程度的衡量」，其定義是指運用數理統計、運籌學原理和特定指標體系等，對照統一的標準，按照一定的程式，通過定量定性對比分析，對項目一定經營期間的經營效益和經營者業績做出客觀、公正和準確的綜合評判。因此在確定關鍵績效指標時有考量一個重要原則，即學術上經常使用的 SMART 原則。SMART 是 5 個英文單詞的第一個字母的縮寫。S 代表的是 Specific，意思是指「具體的」；M 代表的是 Measurable，意思是「可度量的」；A 代表的是 Attainable，意思是「可實現的」；R 代表的是 Result-oriented，意思是指「結果導向的」；T 代表的 Time-bound，意思是「有時限的」。

3.1 相關績效評估方法方法分析比較

評估一組織之績效有不同的指標與方法，在指標方面對於營利性組織，一般較重視利潤(包括短期與長期)，所以常用之績效指標有營業額、利潤、平均員工利潤、投資報酬率、生產力等。對於非營利機構，由於許多任務與服務項目無法以貨幣單位表示，因此只能以平均員工之服務量表示，但若遇有多種服務項目時，如何將不同項目之表現整合，以便和其他單位做一整體相對之比對，就顯得有些困難。

在方法方面，評估績效除了有多屬性不易以共同基準衡量困難外，尚有評估角度的差別。在管理上最常討論的評估角度有「效能」與「效率」兩種。效能在衡量目標的達成情形，通常是產出與服務量愈大，其表現愈理想，並不在乎必須投入多少人力、財力與物力。相對於效能，效率則一方面探討產出的數量，一方面也計算投入的使用量，希望以最少的投入獲得等量或更多的產出，或以等量的投入獲得最大量的產出。如何計算分析多項投入與多項產出，一直是學術界研究績效評估的一個重要課題。目前有關績效評估方法計有指標法、問卷調查法、追蹤法、專利分析法、個案研究與影響分析法、標竿分析法、生產比例法、比例分析法、平衡計分卡、總要素生產力分析法、迴歸分析法、生產前緣法、隨機性前緣法、多準則決策等比較分析、資料包絡分析法(DEA)及文獻計量法、專家評選法、計量經濟、網絡分析、使命與產出的一致性、預測法、成本分析法、市場評估法、綜合作業評定系統、內部報酬率法、社會報酬率等。從表 3.1 針對一些數量導向及少數績效評估比較常用的方法之優缺點及使用時機的比較分析，可以發現，適合多投入與多產出的評估方法只有多準則決策與 DEA 兩種，本研究一方面並未涉獵多準則決策方法，從相關學者文獻的分析，多準則決策方法有(1)無法提供改善的建議；(2)準則間相對重要性之權重值決定相當困難；(3)處理多項

投入及產出項，不易客觀給予各屬性上分數及權數值。而且也未發現有可以配合使用之套裝軟體。

相對的，具有(1)可以同時處理多重投入與產出項，容納不同計量單位的產出與投入項；(2)DEA 是求得效率前緣，而非平均值，其結果是一綜合指標，可同時評估不同環境下 DMU 之效率；(3)DEA 模式之效率值為一個單一的綜合相對效率指標，可以瞭解單位資源使用狀況，進而建議管理者決策時之參考；(4)投入產出加權值由線性規劃產生，不受人為主觀因素之影響，對每個 DMU 能符合公平的原則；(5)同時處理定性(qualitative)與定量因素(quantitative)；(6)不需設定投入與產出函數關係；(7)不用事先設定投入與產出的權數，因此不受人為主觀的因素影響可持公正客觀；(8)可以因應受評估單位中的不可控制因素而做調整；(9)可處理模式中之類別變數(categorical variables)存在問題；(10)必要時可容許主觀判斷；(11)為柏拉圖(Pareto)最佳化；(12)相對有效率之 DMU 需滿足產出與投入比為 1 之嚴格要求；(13)可提供相對無效率的單位產出不足或是投入過多的資訊等優點。同時孫遜(民 93)、高強(民 92)、梅興邦(民 89)等有關 DEA 文獻研究指出，DEA 在營運效率方面有其優點，過去因為計算比較繁雜，所以應用上雖然有許多研究指出其可行性與優勢，仍相對比較不被採用，90 年代開始個人電腦蓬勃發展，DEA 相關研究 1997 至 2000 年無論理論與相關應用皆快速成長，因此引發許多專業人士開始撰寫 DEA 相關應用套裝軟體，使得 DEA 被實務上使用比較可行；例如孫遜(民 93)在研究相關市場上之 DEA 套裝軟體可以在個人電腦上使用如 Banxia Frontier Analyst、DEA-Solver、IDEAS、OnFront 及 Warwick-DEA 等後，經研究分析比較綜合優先值後指出：DEA-Solver 最佳，Warwick-DEA 次之，Banxia Frontier Analyst 第三。敏感度分析顯示，沒有任何一個軟體具有絕對優勢。當模式選擇與解答分析準則非常重要時，DEA-Solver 最佳。當資料管理、視覺功能與報告產生準則非常重要時，Banxia Frontier Analyst 最佳。本研究基於 DEA 在理論與實用性之相對優勢與未來實務應用之可行性，因此初步評估以 DEA 為實證研究工研院個案之數量方法。

表 3.1 績效評估方法比較表

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
指標法	1.使評估明確化。 2.可數量化。 3.可以統計運算與分析。	1.指標之週延性與指標間之排斥性缺乏一致認同的建立標準。 2.指標權數較難客觀配置。	一般計畫評估均可適用。	
問卷調查法	1.比較客觀。 2.提供評估單位與被評估單位間良好溝通管道。 3.難以數量化之計畫適用此	1.無特定對象之計畫，樣本選取不易。 2.研究結果受問卷調查設計與受訪者態度是否合作之影響	對目標設定、執行計畫情形實況之瞭解、執	

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
	法評估。	極大。 3.耗時耗費較多。	行結果之客觀評價均可適用。	
專利分析	<ul style="list-style-type: none"> ▪專利是大型研究機構最重要成果與資產之一，其表現出技術領域發展方向、 ▪技術強度與知識累積可獲得的創新、可以直接衡量發明能力、技術創新能力與未來技術機會等，是各國評比技術優勢的一項指標，主要分析以專利數量與專利強度(CII) 	比較不適宜做不同領域/產業間專利產出效率之比較、難以真正做到專利品質之比較，針對非專利之營業秘密就無法進行。	同性質領域間技術強度專利的比較與衡量投資研發所產生之專利申請、專利獲得等	Birgitte Andersen (1998)
個案研究	(1)可作為形成關於行為的理論假設的起點，是臨床研究或研究罕有現象的有效途徑之一，能夠從大量資料中獲得一些獨特的特徵，這些獨特特徵可能是理解個案的關鍵。(2)可為挑戰一種理論假設提供反例。(3)通過提供個體行為的數值，完善對行為的一般規律的研究結果。(4)具有很強的現實性，結果更容易被人們理解，只要是用日常的和非專業的語言描述。(5)它能夠幫助人們理解和解釋其他相似的情境或個案(6)不一定需要一個研究小組，單個研究者也可以進行研究；(7)能夠包含和建立不希望的事件和未控制的變數。	(1)結果的普遍性及外部效度較差。(2)因果關係的證明力度較弱，難以進行交叉檢驗，因此，容易出現選擇性偏差和個人的主觀性；(3)取決於評估人員之調查技巧、專業知識，容易產生觀察者偏差(4)成本高	對一個特定樣例或某個行為樣例的研究	
標竿分析 (Benchmarking)	(1)確認競爭者中的最佳實務者，準確地確定企業的優勢與弱點提供了有力的方法手段和資料來源(2)可以用來改	專家團隊組成不易 偏重在領域，非計畫 需要足夠的時間 資料之篩選不易	進行機構優勢與弱點分析	Spencer B.F. (1996)

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
	<p>進企業的實務。(3)業績的計量提供了一個新的基礎，以最佳實務為標準計量業績，使各部門的目標確定在先進的水平之上，使業績計量具有科學性，起到指標作用。例如可以做國際比較，可以了解研究成果是否居世界領導地位</p>	<p>如何使被評者相信有需要改善的地方</p>		
比例分析法	<p>數據可直接取自財務報表及各比率之意義明確、易懂。運用較靠且簡單容易，各比例的意義明確易懂。可藉由標準差之設定區分極好或極壞之效率，明確評估績效的特點。相關數據可直接取自報表資料，運用可靠簡單，且各比例的意義明確易懂。</p>	<p>無法評估資源使用的效率性，一旦有部份指標高於其他要素，而某些部份指標較低時，便很難評定該要素綜合成果之優劣，而且亦無法處理多投入、多產出之企業形式，同時亦無法提供改善經營績效之指導。僅為評估作業效率的指標之一，無法代表全體作業效率。指標多，不易判斷不同單位績效高低。須先設權數，無法擺脫主觀認定問題。投入與產出項須有相同計算衡量單位。無法同時處理多重投入與多重產出項的問題。</p>	<p>單一投入與產出項問題</p>	<p>Triffin (1947)</p>
平衡計分卡	<p>屬於一種全方位的績效評估方法與工具，可將所有關鍵性因素量化及質化指標一併考量，整合資訊同時進行內部、外部評估減少資訊超載，該管理者可以有效地追蹤企業成功之因果關係，並促使企業活動與其整體策略目標相吻合。</p> <p>將組織運作成果用作內部溝通、學習工具，而非僅例外</p>	<p>僅為評估作業效率的指標之一，無法代表全體作業效率。績效評估指標，必須透過專家賦予分數，不夠客觀公正。</p>	<p>多項投入與單一產出的問題。</p>	<p>Norton Nolan & Co.(1991)，再由Kaplan & Norton(1992) Kaplan and Norton (2001)</p>

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
	管理之控制用途。			
總要素生產力分析法	<p>運算簡單容易，理論淺顯易懂。</p> <p>可作統計上的檢定，具有客觀的效率值解釋能力。</p> <p>可作為評估企業生產力之綜合指標。</p>	<p>須先推導生產函數。且投入與產出項須有相同計算衡量單位。</p> <p>需假設完全技術狀態，且無法提出效率改善目標值。</p> <p>無法分辨 TFP 變動是來自技術進步或來自技術效率之變動。</p>	多項投入與單一產出的問題	Agrell and West (2001)
迴歸分析法	<p>利用函數表投入與產出關係，分析嚴謹客觀。</p> <p>具有統計分析學理的基礎，分析結果較科學化。</p> <p>在有限的樣本限制情況下，不會將無效率立當成有效率單位，可作為比較差異與預測工作。</p>	<p>必須有詳細數量化個體資料。因變數資料如屬定性資料，則評估及解釋能力較差。</p> <p>需先假設自變動與依變數具有線性的函數關係。</p> <p>在受評估單位樣本數較少時，無法找出最具效率之單位。</p> <p>以事後客觀方式決定權重，只適用於單一產出，無法處理多項投入與產出的問題，須有詳細數量化資料，殘差項需假設為常態分配。</p> <p>迴歸分析結果趨中性，無法確切指出組織間何者有效率、何者無效率。</p> <p>以多數受評單位的平均數為評估基礎，是採「多數決」的精神，而忽略個別的特殊情況，因而仍有改進的空間。</p>	適用於因果關係現象之解釋如多項投入與單一產出預測自變數與應變數間的函數關係與平均值之差異比較	Griliches and Regev (1995)
生產前緣法	<p>運算簡單可運用統計檢定的方法，評估結果更具客觀。</p> <p>使用條件較少，數理結構簡單且經濟意涵明確。</p>	<p>所有投入與產出項須皆可量化，無法同時處理投入與產出問題。</p> <p>須先假設為生產函數型態，且只有單一產出。</p> <p>殘差項需假設為常態分配，否則無法求出生產函數。</p>	適用於多項投入與單一產出。	Studit (1995)
隨機性前緣法	<p>考慮了非廠商所施控制的隨機性因素。</p> <p>在效率評估時較接近實際生</p>	<p>隨機因素考量難以量化，必須考量機率分配之假設。</p> <p>有較多觀測點，參數的估計值</p>	適用於投入與產出存在不確定因素	Kumbhakar et al. (1997)

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
	產狀況。	才會有較高的準確度。 因函數比、估計方法不同有不同結果。	的狀況。	
多準則決策	評估率時，可考量多屬性、多目標，符合實際狀況。 可解決不確定因素。	準則間相對重要性之權重值決定相當困難。 處理多項投入及多項產出，不易客觀給予各屬性上分析及權數值。 無法提供改善的建議。	處理多項投入與多項產出之決策性問題。	Chang and Yeh (2001)
資料包絡分析法(DEA)或綜合評價方法包括 AHP 法、加權優序法、模糊綜合評價法等	<ol style="list-style-type: none"> 1.可以同時處理多重投入與產出項，容納不同計量單位的產出與投入項。 2.DEA 是求得效率前緣，而非平均值，其結果是一綜合指標，可同時評估不同環境下 DMU 之效率。 3.DEA 模式之效率值為一個單一的綜合相對效率指標，可以瞭解單位資源使用狀況，進而建議管理者決策時之參考。 4.投入產出加權值由線性規劃產生，不受人為主觀因素之影響，對每個 DMU 能符合公平的原則。 5.可同時處理定性(qualitative)與定量因素(quantitative) 6.不需設定投入與產出函數關係。 7.不用事先設定投入與產出的權數，因此不受人為主觀的因素影響可持公正客觀。 8.可以因應受評估單位中的不可控制因素而做調整。 9.可處理模式中之類別變數 	<ol style="list-style-type: none"> 1.由於是非隨機方式，所有投入/產出的資料都必須明確且可衡量，若資料錯誤將導致效率值偏誤。 2.受評估對象之間的同質性必須高且儘量採用正式資料，否則衡量的效果不佳。 3.DEA 模式所得到的結果為相對效率，非絕對效率，其用途不是在確定投入或產出的單位價值，而是用來衡量效率。 4.對資料極具敏感，亦受到錯誤極端值的影響。 5.DMU 之個數至少為投入與產出項個數和之兩倍，否則 DEA 無法強而有力區隔有效率單位。 6.DEA 計算任何一個 DMU 之其效率值，須建立一個線性規劃式。因此，當 DMU 與投入產出項個數很大時，線性規劃式與運算求解則變為較費時與複雜。但 DEA 軟體可以解決此類問題，如 DEA Solver 軟體。 7.模型極具敏感性，易受到錯誤的極端值之影響，且假定 	多投入與多產出問題。	Charnes, Cooper and Rhodes(1978)

評估方法	優點	限制	使用時機	代表文獻
	(categorical variables)存在問題。 10.必要時可容許主觀判斷。 11.為柏拉圖(Pareto)最佳化。 12.相對有效率之 DMU 需滿足產出與投入比為 1 之嚴格要求 13.可提供相對無效率的單位產出不足或是投入過多的資訊。	每一個決策單位均使用相同的型式來配置投入與產出，此與現實狀況也不盡相符。 8.資料數須十分精確，效率前緣才有意義。 9.須處理龐大的投入與產出項資料。 10.投入與產出項數值為負值時，無法處理。 樣本不足時，易將無效率單位當成有效率單位。 相對無效率 DMUs 效率值大小，無法分辨識其效率高低。		

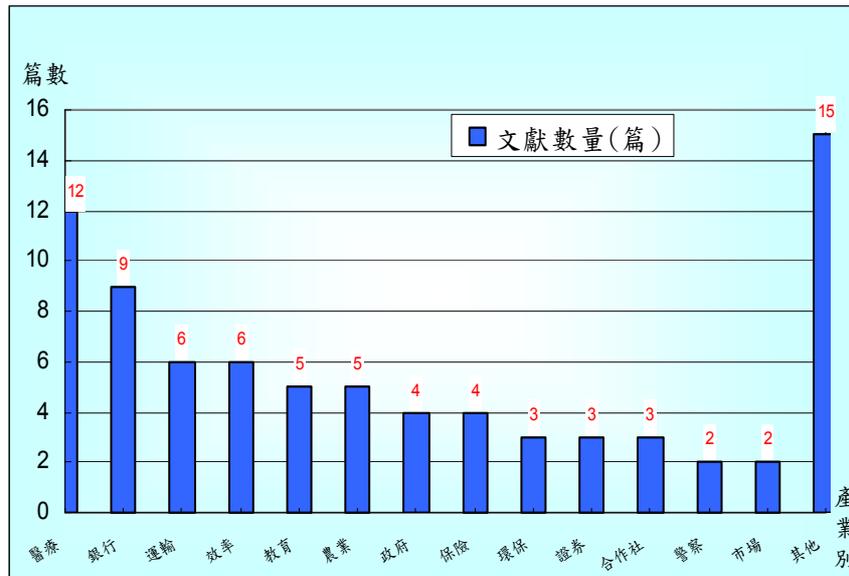
資料來源：本研究整理，資料包絡分析法、行政績效評估專論選輯(一)、GAO/RCED-97-91 Measuring Performance、COSEPUP(1999)

3.2 資料包絡分析法

Farrell (1957) 在生產效率衡量(the measurement of productive efficiency)一文提出「非預設生產函數」代替「預設函數」來預估效率值觀念，建立數學規劃模式，評估美國 48 州農業之技術效率。其評估方法主要在於相對概念，即在 48 州資料中找出生產最有效率的樣本，組成最有效率平面(等產量曲面)，其他各州每單位產出投入由最有效率樣本加權平均，找出最佳情況鄰近樣本組合，取其組合係數總和之倒數為效率。Farrell 的研究建立了 DEA 非預設生產函數方式衡量效率的雛形，也奠立 DEA 理論基礎，然而其處理之問題仍僅限於單一產出的情況，其後 Farrell 與 Fieldhouse(1962)又將規模報酬固定的限制放寬至規模報酬可變動之情形，計算方式依然複雜。直到 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)依據 Farrell(1957)之效率衡量觀念，建立了一般化之數學模式，使正式定名為 DEA。它利用了 Farrell and Fieldhouse(1962)的包絡線(envelope)理論及 Farrell(1957)的確定性無參數法，發展出一種用來評估多投入與多產出的相對效率值。

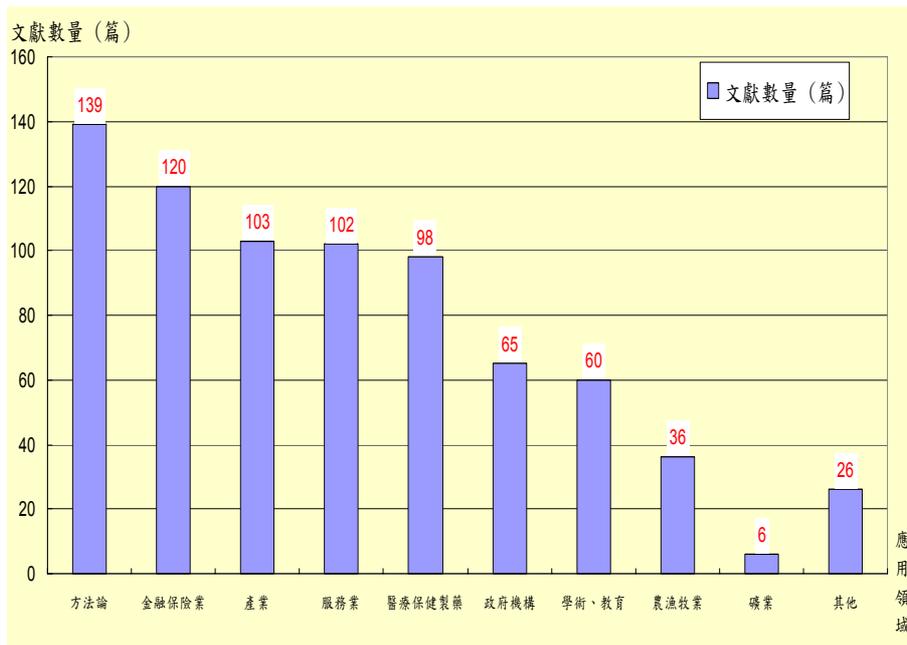
根據高強等(民 92)研究指出，自 1978 年 Charnes, Cooper 與 Rhodes 三人發表了 DEA 開創性的文章後，此方面之研究如雨後春筍般展開，除了各類模式的提出，實務應用更是不計其數，Seiford 教授每隔數年均會出版技術報告——A Bibliography of Data Envelopment Analysis，列出發表於國際期刊以及博士論文與 DEA 相關文章之目錄。Tavares 在 2002 年對 DEA 文獻做一整理，出版一技術報告：Tavares (2002), A Bibliography of Data Envelopment analysis (1978-2001)，列

出 3203 篇與 DEA 相關之期刊文章、博士論文、書籍、技術報告等等，同時對作者、國家、期刊等做了些分析。根據其搜集的資料顯示，發表文章最多之學者以 Cooper 的 99 篇居首。就國家別，發表最多的是美國有 1981 篇，其次為英國，台灣以 35 篇排第 20，不過統計表中另有中華民國(Republic of China)18 篇排第 26，兩者合併後為 61 篇可排至第 14 名僅次於法國。另外發表文章最多為應用方面 1469 篇，其次為期刊 1259 篇，論文有 171 件；其中 1998-2000 年每年有超過 400 件以上為 DEA 研究產出最多期間，2001 年仍有 335 件。應用方面最多在效率研究、技術效率、生產力、績效評估、規模效率、銀行與金融、教育等。另外本研究從「資料包絡分析法：理論與應用」(孫遜，民 93)內蒐集之以 DEA 中英文應用文獻分析，在中文的 79 篇文獻分析主要應用領域為依次為醫療、銀行、運輸、效率(主要為理論之探討)、教育、農業、政府、保險、環保、證券、合作社、警察、市場等，並未使用在研究機構組織，詳如圖 3.1(DEA 中文的 79 篇文獻分析主要應用領域)。在英文的 755 篇文獻分析主要應用領域為依次為方法論、金融保險業、醫療保健製藥、服務業、農漁牧業、產業、政府、學術與教育、礦業等，也未發現有應用在研究機構組織，詳如圖 3.2(DEA 英文的 755 篇文獻分析主要應用領域)。不過不過自從「運用 DEA 法評估工業技術研究各研發組織之經營績效」在 2001 科技管理研討會發表，管理評論並在 92 年 4 月刊出，自此開始本研究已陸續發現有近似的研究成果發表，例如蕭志同等(民 91)之研究機構專利績效評估模式之建立與分析—以工研院為例，以資料包絡分析法評估國內育成中心營運效率之研究(邱紹成，民 91)，唐文漢(民 93)之國家級研究機構科技研發績效之 DEA 評估與模糊迴歸時間數列之預測，王本耀等(民 93)之我國工研院、中央研究院與美國著名大學專利產出與技術授權績效比較，同時台經院與中華經濟研究院已使用在科技專案計畫的相關研究計畫。



資料來源：「資料包絡分析法：理論與應用」，本研究分析整理

圖 3.1 DEA 中文的 79 篇文獻分析主要應用領域



資料來源：「資料包絡分析法：理論與應用」，本研究分析整理

圖 3.2 DEA 英文的 755 篇文獻分析主要應用領域

DEA 是一種數學規劃分析模型，運用觀查而得的資料，代入模型，將獲得一個 DEA 效率邊界，並且可計算出各 DMU 與其他群體的相對效率值的優良效率衡量方法。自從 Farrell (1957) 首先提出確定性無母數前緣 (Deterministic Non-Parametric Frontier) 的觀念，「確定性」是指所有 DMU 之技術水準相同，面對共同的生產前緣，「無母數前緣」指未預設生產函數的型態，此一多項投入下

的效率衡量，奠定了 DEA 理論之基礎，其模式有如下基本假設：

- (1) 生產前緣是由最有效率的 DMU 所組成，較無效率的 DMU 皆位於此前緣之下方
- (2) 固定規模報酬
- (3) 生產前緣凸向原點，因此每點斜率皆小於或等於零

在 DEA 的理論中，當某一個 DMU 的投入產出組合落在 DEA 的邊界上時，吾人可將其視為相對有效率的 DMU；反之，若 DMU 落在邊界外則稱該 DMU 相對無效率。DEA 模型分析經由許多學者提出及驗證，基本上 DEA 是一種無母數(Non-Parametric)分析方法，其主要的特性有：(1)可視為一種確定性的無母數最大產量估計方法。在目標函數中它可以不必預先設定投入產出項目間的關係，此可避免函數假設錯誤的風險；(2)DEA 模型可求算出個別研究個體相對研究群體的相對效率值；(3)DEA 模型係以數學規劃的方式建立一綜合性指標，可以處理異質性產出與投入項目間相對效率的衡量。在一個多項產出及多項投入的效率衡量上會發生產出與投入衡量單位不一致的困擾，而 DEA 模型可解決此困擾；(4)由數學規劃方式求出各指標的權數，如此將可比一般由問卷調查或由決策者自行決定(例如層級程序法；AHP)來得客觀與公平；(5)將多項產出及多項投入計算出一個單一的效率值，此與單一產出及單一投入之比率分析法相同。

表 3.2 重要理論之演進

作者	研究範圍	主要貢獻
Fare 及 Fieldhouse(1962)	擴充 Farrell(1957)固定規模報酬之假設至規模報酬增模式	建立效率衡量基本理論
Charnes, Cooper 及 Rhodes(CCR)(1978)	將 Farrell(1957)之觀念予以推廣，建立一般化之數學規劃模式，衡量在固定規模報酬假設下，運用線性規劃模式辨識有、無效率的決策單位(DMU)。當決策單位效率值為 $\theta < 1$ 或 $\theta = 1$ 且至少存在一組非零寬鬆變數，稱 CCR 無效率。若 $\theta = 1$ 且所有寬鬆變數均為 0，則稱 CCR 效率。本模式缺點乃在評估率時無法說明是投入過量或產出不足的現象。	提出 DEA 模式
Banker, Charnes, Cooper 及 Schinnar(1981)	推廣 CCR(1978)之模式，提出一評估當產出轉換率為 0 時之 Cobb-Douglas 生產函數之效率的數學規劃模式。	DEA 模式之改良
Charnes, Cooper, Seiford 及 Stutz(CCSS)(1983)	推廣 CCR(1978)之模式，提出一數學規劃模式以評估 Cobb-Douglas 生產函數效率。	DEA 模式之改良
Banker, Cooper 及 Coppet(BCC)(1984)	以生產可能集的四個定理和 Shephard's distance function 導出衡量純粹技術及規模效率之模式。	DEA 模式之改良

作者	研究範圍	主要貢獻
Charnes, Cooper, Lewin, Morey 及 Roussean(1985)	首先對 DEA 之敏感度提出分析	敏感度分析
Banker 及 Maindiratta(1986)	提出片段對數線(piecewise loglinear)之 DEA 模式，可估計 S 型生產函數之邊界。	DEA 模式之改良
Sueyoshi(1990)	探討以 DEA 附加模式(Additive model)之求解法。	DEA 之求解法
Ali 及 Seiford(1993)	由包曲面(envelopment surface)之生產可能集合衡量相對績效，並提出二階段法(two stage method)改良傳統一階段法應用阿基米德無窮小數之誤差。	DEA 模式改良
Doyle and Green (1993)	為從有效率單位中區別出真正有效率者，Doyle and Green (1993)修正 Sexton et al. (1986)之模式提出 aggressive and benevolent 方法。目標 DMU 之投入項(產出項)是扣除本身以外，另他 DMUs 投入項(產出項)之總和。再將投入或產出項代入 DEA 模式中，求得效率值。	DEA 模式改良
Andersen and Petersen (1993)	為從有效率立中區別出真正有效率者，Andersen and Petersen (1993)修正 Banker et al. (1984)之 BCC 模式，不納入 Slacks。在限制式中，目標 DMU 之投入項與產出項(產出項)是扣除在外，以求得效率值。	DEA 模式改良

資料來源：本研究整理，黃旭男(1993，2003)

3.2.1 資料包絡法(DEA)之 CCR 模式

CCR 數學規劃模式為 Charnes, Cooper & Rhodes (1978)所提出之組織效率衡量工具。假設有 n 個 DMU 使用 m 種投入項目及有 s 種產出項目，則第 k 個 DMU 的效率值可藉由分數線型規劃(Fractional Linear Programming)模型(固定規模報酬)求出

$$Max = \frac{\sum_{j=1}^s U_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \quad (1)$$

subject to

$$\frac{\sum_{j=1}^s U_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$U_j, V_i \geq \varepsilon > 0, \quad \forall i, j$$

其中

Y_{jk} ：為第 k 個 DMU 之第 j 項產出值($j=1, \dots, s$)

X_{ik} ：為第 k 個 DMU 之第 i 項產出值($i=1, \dots, m$)

U_j ：為第 j 項產出值之權重值

V_i ：為第 i 項產出值之權重值

ε ：非阿基米德數(Non-Archimedean Quantity)

上述規劃式的意義乃是利用一組乘數(Multipliers)或權數(Weights)，將受評估者各項產出與投入因素分別加以線性組合，然後求其產出加權總和之比值的最大化，如(2)式。

$$Max = \frac{\sum_{j=1}^s U_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \quad (2)$$

Subject to

$$\frac{\sum_{j=1}^s U_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\frac{U_j}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \geq \varepsilon > 0, \quad j = 1, 2, \dots, s$$

$$\frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \geq \varepsilon > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$



由於(1)式或(2)式屬於分數規劃(Fractional Programming)問題，其求解上較為不易，因此可將(1)式或(2)式透以下之轉換成為線性規劃模式(Linear Programming)。令 $t^{-1} = \sum V_i X_{ik}$ ， $u_j = t \times U_j$ ， $v_i = t \times V_i$ ，將(1)式之分子及分母同時

乘上 t ，並令 $t \times \sum V_i X_{ik} = 1$ ，則(2)式可改寫成為(3)式

$$Max Z_k = \sum_{j=1}^s u_j Y_{jk} \quad (3)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^s u_j Y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$$

$$u_j \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

其中

$$u_j = t \times U_j$$

$$v_i = t \times V_i$$

$$t^{-1} = \sum V_i \times X_{ik}$$

以上為總生產效率的衡量，採用投入距離為衡量單位，可稱為投入效率 (Input-Based Efficiency)，是一種典型的 CCR 模式。吾人可經由(2)式或(3)式之運算得出其相對效率值。

3.2.2 資料包絡法(DEA)之 BCC 模式

Banker, Charnes & Cooper(1984)所提的 BCC 模式來做投入產出的成本效益分析。根據 Banker, Charnes & Cooper 所作之定義：規模效率(Scale Efficiency, SE)為在即定的產出水準下生產技術邊界點的投入數量與最適的生產規模邊界下的投入數量比而技術效率(Technical Efficiency; TE)為在即定產出水準下任一點的實際投入數量與生產技術邊界點的投入數量之比值。在 CCR 模式所做的假設為規模報酬固定以衡量整體效率，但無效率情形的產生，可能有部分是由於規模因素影響而非技術無效率，因此 Banker, Charnes & Cooper 便修正 CCR 模式，在變動規模的條件下來衡量技術效率，此為 BCC 模式

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{j=1}^s u_j Y_{jk} - p & (4) \\ & \text{Subject to} \\ & \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\ & \sum_{j=1}^s u_j \times Y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i \times X_{ik} - p \leq 0 \\ & u_j \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, \dots, s \\ & v_i \geq \varepsilon > 0, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$



如果 P 大於零時則合乎成本效益；反之則不合乎成本效益。吾人依 Shephard(1970)對距離的定義：相對效率分為技術效率(TE)與規模效率(SE)；即相對效率=技術效率(TE)×規模效率(SE)。其中規模報酬的判定條件如下：當 $p < 0$ 為規模報酬遞減，表示該 DMU 在大於最適規模狀態下生產，其產出增加率小於投入增加率；當 $p = 0$ 為規模報酬固定，表示該 DMU 在最適規模狀態下生產，此時 BCC 模式與 CCR 模式兩者的效率值相同；當 $p > 0$ 為規模報酬遞增，表示該 DMU 在小於最適規模狀態下生產，其產出增加率大於投入增加率。

3.2.3 資料包絡法(DEA)之 A&P 模式

從事效率分析時，因為 CCR 模式的計算結果可能發生某 DMU 效率值為 1，卻是孤芳自賞的外圍值(Outlier)，有判別力(Discriminating Power)不足的情形，針對同是有效率的 DMU，Andersen and Petersen(1993)提出進一步判別的方法，此

法對無效率的 DMU 不會產生影響，但有效率的 DMU 之效率值在重新求算後會大於 1，如此將可對有效率的 DMU 再加以排名，其求算方法為把受評估的有效率 DMU 自 CCR 模式的參考集合中排除，如圖 3.3 的 B 點原位於前緣線上，用 A&P 模式計算效率時將其移除，生產前緣變成線段 $\overline{AB'C}$ ，因此 B 點的效率將大於 1。模式如(5)式

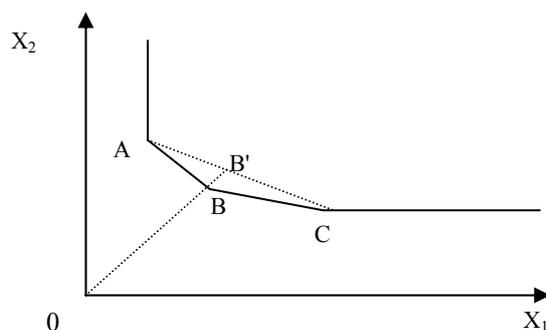


圖 3.3 A&P 模式示意圖

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s S_{rk}^+ + \sum_{i=1}^m S_{ik}^- \right) \\
 & \text{st. } \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j x_{ij} + S_{ik}^- = \theta_k x_{ik}, \quad i=1, \dots, m \\
 & \quad \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j y_{rj} - S_{rk}^+ = y_{rk}, \quad r=1, \dots, s \\
 & \quad \lambda_j, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0, \quad j=1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{5}$$

3.2.4 資料包絡法(DEA)之交叉模式

Doyle & Green(1994)曾共同發表交叉效率的概念，相對於傳統的自我評估(Self-Appraisal)，其為一種同儕評估(Peer-Appraisal)的方式，CCR 模式裡自我評估有效率的 DMU，若有較少的被參考次數，表示離群程度較高，其同儕評估之下的交叉效率值將有較大的降幅。在交叉效率矩陣表裡，第 k 個 DMU 的交叉效率值(e_k)，為使用其它 DMU 的虛擬乘數組合計算 DMU_k 的效率值後取平均值，此法的計算如(6)式

$$e_k = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n E_{jk}}{n-1}, \quad j=1, \dots, n \tag{6}$$

從同儕評估到自我評估的效率值增加最大之 DMU，可視為離群者(Mavericks)，在交叉模式中可建立一個判斷離群程度的指標，其值愈高表示該 DMU 愈可能是個離群者，此一離群指標(Maverick Index)可應用於所有的 DMU，

而不單只是用來評估在 CCR 模式有效率者，第 k 個 DMU 的離群指標(M_k)如下所示。

$$M_k = \frac{(E_{kk} - e_k)}{e_k} \quad (7)$$

交叉效率除了可補充 CCR 效率的分析外，還可據此對 DMU 進行分群，在計算表 3.3 中任兩欄的相關係數後，可知道這兩個 DMU 被同儕的評比有多大之相似，很顯然這個相關係數是由評比分數的高低排序決定，與評比分數的絕對值無關，依此求得一個 $n \times n$ 相關係數矩陣後，以 Doyle(1992)提出的 MCC(Multiple Correlation Clustering)演算法作分群的工作，Everitt(1980)認為階層式集群方法可分凝聚(Agglomerative)式和分裂式(Divisive)兩種，而 MCC 正屬於後者，其以原始相關係數矩陣為基礎，重複求解皮爾森(Pearson)相關矩陣，亦即以原始矩陣求解第二次(Second-Order)的相關矩陣，同理以第二次相關矩陣求解出更高次(Higher-Order)的相關係數矩陣，最後，矩陣中的元素將不是 +1，就是 -1，可將 n 個 DMU 二分(Dichotomized)成兩個子群體，上述之演算過程可再次用於個別子群體的進一步分類。

表 3.3 交叉效率矩陣表

受同儕評估的 DMU DMU	1	2	...	n
1	E_{11}	E_{12}		E_{1n}
2	E_{21}	E_{22}		E_{2n}
⋮				
n	E_{n1}	E_{n2}		E_{nn}
受同儕評估的交叉效率值	e_1	e_2	...	e_n

資料來源：Doyle & Green(1994)

3.2.5 資料包絡法(DEA)之多目標模式

傳統的 DEA 分析模式都是將個別 DMU 單獨考量，利用(2)式找出一組使本身效率值最大的虛擬乘數，雖然這些乘數是在相同限制條件之下求得的，但可能造成多個具有不同虛擬乘數的 DMU 都是有效率的情況，尤其，當相對於總投入產出項數的 DMU 個數不夠大時，更容易出現這種弱判別力(Weak Discriminating Power)的情形，即傳統 DEA 模式會在這種狀況下產生過多有效率的 DMU。對此，江勁毅、曾國雄 (2000) 提出一個同時考量所有 DMU 的多目標規劃模式，可以找出一組共同的虛擬乘數，其基本觀念為使所有 DMU 根據此組共同乘數算出的效率值愈大愈好。作為一種判別有效率 DMU 的準則，使用相同加權組合方式的嚴格(Restrictive)程度更甚於傳統 DEA 模式，故可使判別力提高。換言之，在多目標的限制下，所有 DMU 的效率值都會小於或等於本來的 CCR 效率，其

間之差異可視為個別 DMU 在需要同時兼顧其它 DMU 的情形下，作出犧牲效率值的讓步，讓步愈多表示相較於全體極大化的虛擬乘數值，由傳統 DEA 模式算出，具個別特色之乘數值對本身愈有利，故改用全體極大化的乘數值來評估效率時，其獨特的優勢無法顯現，效率值因而降低。以下是此一改良模式的詳細介紹，由於(1)式為僅考量第 k 個 DMU 的規劃式，若同時考量所有的 DMU，則可將(1)式改成(8)式

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z_1 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r1}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i1}} \\
 \text{Max } z_2 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r2}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i2}} \\
 &\vdots \\
 \text{Max } z_n &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rn}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{in}}
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ij}} &\leq 1, \quad j=1, \dots, n \\
 U_r &\geq \varepsilon > 0, \quad r=1, 2, \dots, s \\
 V_i &\geq \varepsilon > 0, \quad i=1, 2, \dots, m
 \end{aligned}$$



上式為一多目標線性分數規劃模式(Multiple Objectives Linear Fractional Programming, MOLFP)，根據 Sakawa & Yumine(1983)及 Ohta & Yamaguchi(1995)對 MOLFP 之問題所做的研究，解決此類問題可利用 Zimmermann(1978)提出之多目標模糊規劃方法，此法利用隸屬度的觀念，將多目標規劃問題轉換成單目標規劃問題。假設在線性隸屬函數之情形下，圖 3.4 中的 z_j^L 與 z_j^R 分別為第 j 個目標函數值的左、右邊界值，由於(10)式之目標式為比值的型式，因此其數值介於 0 到 1 之間(即 $z_j^L = 0$ 且 $z_j^R = 1$)，而的隸屬度為，此可視為 DMU 對此計算出來之效率值的達成度，也是介於 0 到 1 之間，此類的函數可稱之為同質性函數(Identity Function)。

$$\mu_j(z_j) = \begin{cases} 0 & ; \quad z_j \leq z_j^L \\ \frac{z_j - z_j^L}{z_j^R - z_j^L} & ; \quad z_j^L \leq z_j \leq z_j^R \\ 1 & ; \quad z_j \geq z_j^R \end{cases} \tag{9}$$

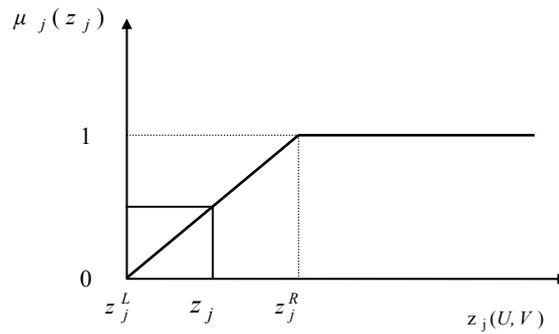


圖 3.4 效率達成度之線性隸屬函數圖

因此，(9)式的問題可轉換成尋找一組可以把最小的歸屬函數值最大化之虛擬乘數 (U, V) ，如(10)式所示：

$$\text{Max}_{\mathbf{u}, \mathbf{v}} \text{Min}_j u_j(z_j) \quad (10)$$

st.

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, \quad i=1, \dots, m$$

若要求某個 DMU 的效率值 z_j 之達成度 $u_j(z_j)$ 至少有 α 的水準值，在 $u_j(z_j) = \alpha$ 下， z_j 可視為 z_j^L 與 z_j^R 的線性組合($z_j = \alpha \times z_j^R + (1-\alpha) \times z_j^L$)，故(9)式可寫成(10)式：

$$\text{Max}_{\mathbf{u}, \mathbf{v}} \text{Min}_j z_j = \frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ik}} \quad (11)$$

st.

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i x_{ij}} \geq \alpha \times z_j^R + (1-\alpha)z_j^L, \quad j=1, \dots, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, \quad i=1, \dots, m$$

將(11)式再整理，即如(12)式所示：

$$\text{Max}_{\mathbf{u}, \mathbf{v}} \alpha \quad (12)$$

st.

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - [\alpha \times z_j^R + (1-\alpha) \times z_j^L] \times \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \geq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$0 < \alpha \leq 1$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, \quad i=1, \dots, m$$

由於先前定義 $z_j^L=0$ 且 $z_j^R=1$ ，所以代入(12)式後可得(13)式。

$$\underset{u, v}{\text{Max}} \quad \alpha \tag{13}$$

st.

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - \alpha \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \geq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$0 < \alpha \leq 1$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, \quad i=1, \dots, m$$

求解(13)式可得一組 (u^*, v^*) 值，據此可計算出各 DMU 的效率值，由於假設隸屬函數為同質性函數(Identity Function)，所以效率值 z_j 實際上等於效率達成度 $u(z_j)$ 。在引入 Lee & Li(1993)提出的兩階段方法(Two-Phase Approach)後，可將(13)式進行第二階段(Second Phase)的求解，以獲得優於第一階段(First Phase)的達成度，其公式如下：

$$\underset{u, v}{\text{Max}} \quad \bar{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^n \alpha_j \right) / n \tag{14}$$

st.

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj} - \alpha_j \sum_{i=1}^m V_i x_{ij} \geq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\alpha \leq \alpha_j, \quad j=1, \dots, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, \quad i=1, \dots, m$$

3.3 層級分析法

3.3.1 層級分析法之演進

層級分析法首先由 Saaty 教授在 1971 提出，並在 1972 至 1978 年間將層級分析法應用於美國國家科學基金會從事有關於產業電力配額、蘇丹運輸系統研究、美國武器管制、及裁軍局資源分配等多項研究，使得層級分析法得以臻於成

熟。以後經過不斷修正，層級分析法應用層面增加，例如，行為科學、行銷管理、投資組合等，最後 Saaty 於 1980 年方提出一套完整的方法論。層級分析法的應用範圍廣泛，目前在國外常應用的範圍包括如下類之決策問題(Saaty, 1980)：

- (1) 決定優先順序 (Setting Priorities)
- (2) 產生可行方案 (Generating a Set of Alternatives)
- (3) 選擇最佳方案 (Choosing the Best Policy Alternative)
- (4) 決定需要條件 (Determining Requirements)
- (5) 根據成本效益分析制定決策 (Making Decision Using Benefits and Costs)
- (6) 資源分配 (Allocating Resources)
- (7) 預測未來-評量風險 (Predicting Outcomes-Risk Assessment)
- (8) 衡量績效 (Measuring Performance)
- (9) 系統設計 (Designing Systems)
- (10) 確保系統穩定性 (Ensuring System Stability)
- (11) 最佳化 (Optimization)
- (12) 規劃 (Planning)
- (13) 解決衝突 (Conflict Resolution)。

3.3.2 層級分析法之基本假設及內含

層級分析法的主要目的在於協助決策者面臨複雜問題時，得以在結構化的思考下剖析問題，俾利問題解決。該法首先是將複雜的決策問題簡化為幾個簡潔扼要的層級，繼而融入專家與實際參與決策者之意見，以名目尺度進行各項因素層級間的成對評比(Rating of Pair-wise Comparison)。

成對比較(Pair-wise Comparison)後建立成對互倒矩陣(Reciprocal Matrix)，並求出各因素之特徵向量(Eigenvector)，代表層級中某層次各因素間之優先順位，所得之優先順位即代表各因素間之相對重要程度。計算各因素之特徵向量後，再以極大化特徵值(Maximized Eigenvalue)評量成對比較矩陣之 λ_{max} ，評估成對互倒矩陣是否具有一致性及一致性的強弱，倘若一致性結果符合邏輯標準時，則可以根據所得之優先順序作為決策參考，否則必須再重新思考填寫該問卷。最後再將所有成對矩陣之一致性程度以計算出整體決策層級之整體一致性指標與一致性比率，藉以評量整體層級一致性的高低程度。通常，決策層級是由兩個以上層次所構成。將每個層次聯接逐級由上至下以計算最低層次的各因素對整個層級的優先順位，繼而決定出可行決策的優劣，作為實際決策的參考。層級分析法是以一個層次的結構，將計量因素與非計量因素同時考量之理論，同時匯集專家們的判斷與經驗，以產生解決方案之優先順序，提供決策者參考。本法主要內容有四(Saaty & Vargas, 1980)：

- (1) 將複雜問題的評量予以結構化，並建立層級結構；
- (2) 設定各問題之評比尺度，並建立成對比較矩陣；
- (3) 計算各問題之相對權數；
- (4) 檢定一致性。

3.3.3 層級分析法之流程及重要步驟

層級分析法利用專家(或決策者)對事物的偏好及感受，標示在評量尺度表，再以對偶比較矩陣評定各指標相對重要性(Relative Importance)之權重值，其詳細的分析過程可細分為下九大步驟。

1. 決策問題之判定

首先要釐清問題，才可對問題下定義，方能清楚瞭解決策之目的。尤其是在應用層級分析法時，對於評量要素之分層，更須充分掌握問題之方向。

2. 列舉各評量要素

在列舉各評量要素時，首在專家及決策者意見之整合，藉由其專業知識與實務經驗對決策所面臨問題的評量要素，此時毋須考慮決策因素的順序及關聯性。有關專家及決策者意見之採用可用腦力激盪法(Group Brainstorming) 或「德菲法，Delphi method」以便意見能夠收斂。

3. 結合研究目的及流程建立研究模式層級

將各項評量要素，依各要素之相互關係與獨立性程度劃分層級。層級劃分多寡視問題之複雜度而定，減少成偶成對之負荷，但各層級之各要素彼此間必須是獨立(基本假設)。層級之種類又可分成完整層級(Complete Hierarchy) 與不完整層級 (Incomplete Hierarchy)。完整層級是指每上下層級間之要素彼此間都有所相連；不完整層級則是指上下層級間並非全部都有聯結。層級結構之建立是基於群體討論的方式，或參考相關文獻及專家之意見，經反覆修正後加以彙總而成。鄧振源與曾國雄(1989)，認為建立層級時應注意：

- (1) 最高層級代表評量之最終目標(Goal)
- (2) 儘量將相對重要性相近的要素放在同一層級
- (3) 層級內之要素不宜多，依 Saaty 之建議最好不要超過 7 個，以減少成對比較之負荷。

4. 應用成對比較評量權重

層級結構建立以後，即根據問卷結果或專家意見。評量同層級之各評量要素間的相對重要性。層級分析法之評比方式是以上一層級的要素為基準，將同層級內之任兩要素對該上層要素之相對重要性或影響力兩兩比較，一方面可減輕受訪者在思考時的負擔，另一方面亦能清晰地呈現決策因素的相對性。層級分析法係採用名目尺度為成對比較之評量指標，其英文用語適合分為九個尺度如表 3.4 所示：

表 3.4 AHP 法評量尺度意義及說明表

評量尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度具同等相對重要性*等強(Equally)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強(Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強(Strongly)
7	極重要 (Very Importance)	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強(Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠的證據喜好某一方案*絕強(Extremely)
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate Values)	須要折衷值時

資料來源：鄧振源與曾國雄(1989)；Saaty(1980)

在進行成對比較時，一般是彙集學者、專家的意見，經反覆討論而作成群體評量，以取得一致的評量觀點；若有相異觀點存在而無法達成共識時，則可將其評量結果，以幾何平均法綜合之。但若採取問卷方式取得專家意見，則以算術平均法綜合其評量結果。至於應採取何種評量結果，則可根據 Aczel & Alsing(1986) 曾對整合問題提出五個條件與特性：

- (1) 可分解性條件 (Seperability Conditions)
- (2) 同一性條件 (Unanimity Conditions)
- (3) 互倒值特性 (Reciprocal Property)
- (4) 齊次性條件 (Homogeneity Conditions)
- (5) 乘冪性條件 (Power Conditions)

根據上述五條件或特性，則對於平均數之計算則有下列不同之計算法，如表 3.5 所示：

表 3.5 不同平均數之計算方法

種類	名稱	方程式
第一類	算術平均數(Arithmetic Mean)	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
第二類	幾何平均數(Geometric Mean)	$\sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \cdots \times x_n}$
第三類	調和平均數(Harmonic Mean)	$\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$
第四類	均方根(Root-Mean-Square)	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$
第五類	均方冪(Root-Mean-Power) P 為一連續正值之評量尺度	$\sqrt[p]{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^p}{n}}$
第六類	指數平均數(Exponential Mean)	$\log \left(\sum_{i=1}^n \frac{e^{x_i}}{n} \right)$

資料來源：鄧振源與曾國雄(1989)

5. 建立成對比較矩陣

成對比較矩陣之建立是以每一層的評比要素作為基準，並以其所屬之下一層的 n 個評比要素，進行兩兩比較，形成成對比較的評量值，其所產生的 $C(n,2)=n(n-1)/2$ 個評量值 a_{ij} 即為成對比較矩陣(如表 3.6 所示)中主對角線右上方的元素值。將右上方之元素值之倒數放置主對角線左下方相對位置中，並將主對角線上的元素數值均設為 1，則可得完整之成對比較矩陣 A。

表 3.6 對偶成對比較矩陣表

評比元素	A	B	C	D
A	1	2	4	8
B	1/2	1	3	6
C	1/4	1/3	1	4
D	1/8	1/6	1/4	1

令 $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ 此處 w_1, w_2, \dots, w_n 代表層級中各要素對於上一層級中某要素的相對

權數。此時矩陣有兩個特點：

- (1) 層級分析法的成偶對比矩陣為正轉置矩陣。
- (2) 若專家評比時的判斷均非常完美精確，此時矩陣為一致性矩陣。亦即所有成對值均滿足數學遞移律。

6. 計算各成對矩陣的優先向量及最大特徵值

由於 A 為正倒值矩陣，所以 $Aw=nw$, $A=[a_{ij}]_{n \times n}$, $w=(w_1, \dots, w_n)^T$ ，按矩陣理論而言， w 為一致性矩陣 A 的特徵向量 (Eigenvector)，在層級分析法中又稱為優先向量，代表各要素間的相對權數，而其特徵值則為 n 。成對比較矩陣為符合一致性矩陣且時，只會有一個特徵值 n ，其餘特徵值均為零，因而其最大特徵值為 n 。在主觀的成對過程中有稍許不合邏輯誤差之存在(如 $a_{ik} a_{kj} \neq a_{ij}$ 時)，則雖然特徵值亦將有微量變動，但只要矩陣 A 為符合一致性矩陣(如 $a_{ik} a_{kj} = a_{ij}$ 時)，則其最大特徵值仍會趨近於 n 。至於誤差在多少之內可以不影響結果的正確性，則須由一致性指標及一致性比率加以檢驗。此時相對於最大特徵值之特徵向量 (亦即 A 分析程序層級法所稱之優先向量) w 可由矩陣 A 的 n 次乘方的極限矩陣標準化後再將橫列予以加總的方式得出，因其計算不易，經由電腦計算較可求得精確結果。至於最大特徵值 λ_{max} 的求法可經由電腦計算方能有精確結果。惟若對準確度要求不高時，可以由下法求其概略值：首先由 $w'=Aw$ 求 w' (w' 即為將 w 標準化之結果)，再將 w' 的每一個元素分別除以相對應的 w 之元素，最後將所得之數值取算術平均數即可得概略的 λ_{max} 。

7. 求取及驗證一致性指標與一致性比率

在進行成對比較評估時，專家對於評量指標間可能無法完全一致。因此必須檢驗誤差大小，視其是否在可忍受的範圍內，才不會影響優先順序之結果。

Saaty 將最大特徵值 λ_{max} 與 n 之間 $C.I. = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$ 的平均差異值轉化為為一致性指標，以用來評量一致性的高低，作為是否接受成對矩陣的參考。其數學式為 $C.I. = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$ 。此外，隨機產生的正倒值矩陣的一致性指標稱為隨機指標 (Random Index) $R.I.$ ，Saaty 求出與階數相對應的隨機指標如表 3.7。

表 3.7. n 階正倒值矩陣的隨機指標值表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R.I.$	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53

資料來源：saaty(1980)

利用上述之一致性指標及隨機指標，便可求得成對矩陣之一致性比率，即 $C.R. = C.I./R.I.$ 。Saaty 教授認為，一致性比率在 0.1 以下是合理可接受的。

8. 計算及分析整體層級的一致性指標與一致性比率

上一步驟是針對單一成對比較矩陣一致性程度的衡量，至於整體層級的一致性亦應予以評量， $C.R.H = C.I.H/R.I.H$ ，其中 $C.R.H$ 表示整體層級的一致性比率；

$C.I.H.$ 表示整體層級的一致性指標； $R. I. H.$ 表示整個體級的隨機指標；同樣在 $C.R.H. < 0.1$ 時，整個層級的一致性達到可接受的水準。

9. 計算整體層級的總優先向量或權重大小

整體層級之一致性若達到可接受的水準後，層級分析法最後的步驟則將各階層之要素的相對權數加以整合，以求算整體層級的總優先向量。所算出的向量即代表各決策方案對應於決策目標的相對優先順序或權重大小。

3.4 因子分析(Factor Analysis Method)

3.4.1 模型的意義

因子分析法為多變量領域中，相當重要的一環，早期因子分析法主要的利用對象在於心理學領域上，後來則延伸到社會科學的領域上諸如經濟學、教育學……等等，最初由斯皮曼爾(Spearman,1904)所創用，而由塞爾斯(Thustone,1967)等加以發揚的一種多變量統計法。其主要係利用變異互變異矩陣或相關係數矩陣(R)來計算，從相關係數矩陣中抽取少數幾個共通因子，構成因子負荷量矩陣(A)，使能以 AA' 大致準確的複製出原來的相關矩陣(R)，進而說明原變數之內容此為因子分析的主要目的。

在各項經營績效之中，所蘊含各項指標是非常的繁瑣；而利用因子分析的方式，可以將複雜的指標予以簡化，而尋找出比較相關的特性。通常在指標的各項變量之間，其變化並非互不相關的，而是有些關連存在，此介於全體變量之間所存在的多種共通的基本因子，稱之為共通因子(Common Factor)。由於變數的多樣性，使共通因子的個數不只一個，因子分析就是經由運算過程，找出這些共通因子，並求出各變量對這些因子有多大程度的因子負荷量(Factor Loading)，由因子負荷量的大小，可將此多種變量分成數個相關的變量群，加以整理分類。如此可以簡化說明變量而成為新的說明因子，利用新的說明因子解釋各公司的特性。

雖然每個變數之變化似乎不相關，但經由變數的增減變化後，我們可以發現某些變數的相關性，因此我們稱這些變數具有共通性(Communality)，根據因子分析所得各變數對這些共通因子的特徵值(Eigen-value)；可將以上的各種變數予以分群，找出各個互相有關的變數為一群，這種分析的目的可以很客觀的選取變數予以分群，找出各個互相有關的變數為一群，那些變數才合乎我們的需求，單憑直覺是不合理的，而經由因子分析，可得因子負荷量，經由其才可成為客觀的判斷。

$$c_i^* = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n x_{vo} x_{vo}^* = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{im}^2 = h_i^2 \quad (3)$$

由以上得知，利用資料間的相關係數平方即能推估共通性，而推估其共通性需利用(3)之公式

$$r_i^* = \frac{c_i^*}{\sigma_i^*} = \frac{h_i^2}{h_i} = h_i \quad (4)$$

對於變量 I 的共通性而言，為該變量與其他變量之間的多元相關係數的平方，即

$$h_i^* = R_{i^*p-1}^2 \quad (5)$$

而實際上可利用下式求取 $R_{i^*p-1}^2 = 1 - \frac{1}{r_{li}^{-1}}$ 其中 r_{li}^{-1} 為逆矩陣之對角元素。

1. 因子分析推導程序

(1) 計算相關係數矩陣及因子負荷矩陣(Factor Loading Matrix) A 在因子分析的實際工作中較常利用相關係數矩陣 R ，利用其求出其因子負荷矩陣(Factor Loading Matrix)，而其主對角線的元素並非如主成分分析法都是由「1」所形成的相關矩陣；而是由「 h_i^2 」所取代的相關係數矩陣 R^* ，又稱為「縮減式相關係數矩陣」(Reduced Correlation Matrix)，因其主對角線的元素不為1，而必須扣除 di 之唯一性變異數即：

$$\text{因為 } R = A A' + D^2 ; R^* = R - D^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{所以 } R^* = A A' = a_1 a_1 + a_2 a_2 + \dots + a_m a_m$$

(A) 最大概似法(Maximum Likelihood Method)：利用最大的相關係數 h_i^2 當作以取代原來的1。

(B) 主成份分析法(Principal Factor Method)：利用共通性 h_i^2 的反覆計算求取其特徵值，依據特徵值的大小，決定保留 m 個特徵向量，利用這 m 個特徵向量列元素之平方和，作為共通性 h_i^2 。旨在反覆利用其所形成的 h_i^2 予以代入，直到 p 個 h_i^2 與前一次的 p 個 h_i^2 相聚收斂為止。

而因子分析以求因子負荷矩陣 A 為第一個主要目的，求 A 則 x 與 f 的關係便見分曉，至此我們便可以以共通因子，來說明樣本的特性，以及選出相關的變數。以矩陣表示如下：

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{p1} & a_{p1} & \cdots & a_{pm} \end{vmatrix} \quad (7)$$

因子負荷矩陣之求法，需經由縮減式相關係數矩陣 R^* 求取共同因素，以得到一個 $m * p$ 階的因子負荷矩陣 A 。我們希望以少數 m 個向度空間($p * m$)，便能有效代表 p 個變項的資料，以符合精簡的原則。

(2) 在共通因子數目的取決及釋義

因子分析的重要任務在於抽取 $m < p$ 個共通因子，使能以少數 m 個向度空間便可適當的代表 p 個變數。所以在使用主成份分析法時，由於其反覆的求解，目的即為了使共通因子的數目減少，而就選取因子的標準有下列各項：

- (A) Kaiser 準則：特徵值(Eigen-value)大於1者，即選取。此法為電算機程式中最流行的一種，因特徵值小於1的共通因子對總變異數之貢獻被視為微不足道，因此放棄其參考價值，因為每一個變數的變異數為1而它的貢獻並未超過1。
- (B) Gutman's 準則：特徵值(Eigen-value)大於0者，即選取其主要為防止重要的共通因子被忽略。此法稱為「古特曼最強下限」標準，旨在將特徵值為「負」的所有共通因子予以放棄，這是較為保守的方法。
- (C) 陡坡考驗法(Scree Test)：運用數值曲線圖，其特徵值可經由圖示予以取捨(本法趨於主觀)。因特徵值通常由大至小順序出現，設定以大小為橫座標，以數值大小為縱座標，其低點即出現在右下角(第一象限)中，參考價值低。
- (D) 經驗法則(Lawley)：在統計分析時常常出現統計與實質的意義不符合或不能做合理的解釋，所以抽取到此一共通因子反而是一種困擾。因此在使用上述的任何方法求解時，尚需加入理智上的判斷，如此方不致失去因子分析的真正意義。

3. 因子軸旋轉(Factor Rotation)

旨利用參考軸依順(逆)時針旋轉，使其各變量在近軸上的投影之變異數變為最大(特徵值大)。而依塞斯通(Thurstone,1967)提出所謂「簡單結構」的觀念，即在每一行或列利用因子負荷量為 0 或少數的高負荷如此即可輕易的將變數的平方趨近於 0 或 1 等兩極轉換，對於重要性的說明較為準確。

3.5 群落分析(Cluster Analysis Method)

3.5.1 模型的意義

過去人們主要靠經驗和專業知識，作定性分類的處理，很少利用數學方法。所以分類後往往充斥著主觀性，如此常與事情的本質背道而馳，特別是許多因素及指標的問題，因其因素的繁瑣，常易使人們在利用其主觀的分類難以掌控。而群落分析以數值分類的角度引入後，對於析離出客觀，精密的群落將有正面的助益。群落分析(Cluster analysis)的職能是在建立一種分類方法，其為將一群變量，依其類似度或在空間上的距離進行分類；因其為分類的總稱；故又稱之為數值分類法(Numerical Classification Numerical Taxonomy)。而在分類的過程中又以Williams and Lance(1977)所提出的互斥性(Exclusive)與非互斥性(Non-Exclusive)的分類法較為使用。

3.5.2 模型原理及操作方法

1. 群落分析模型原理

群落分析為一簡單的數值分類法(Numerical Taxonomy)，主要將有相同屬性者，或類似度高者客觀的歸納在同一群內，依使用者的需求將群落的數目予以調整，配合調整後的群落再運用圖表予以判讀及分類。

就本研究而言，衡量經營績效的指標資料首先經由因子分析法求得因子得點後，利用因子得點來求取群與群間之類似度或其在空間上的距離後，再利用階層性進行集結，而達到群落分析的目的。最後依使用者所選定的群落數目進行分割，其所形成的群落，再依其原有的因子負荷量來解釋其類別及屬性。

2. 群落分析推導程序

(1) 群落分析分類基準

將具有 p 個特性資料的樣本，分成 M 個群體時，其使用的方法為；其一利用距離(Distance)即表個體與個體在空間上相距的程度，其二利用類似度(Similarity)即表個體間相類似的程度此兩種基準。

(2) 衡量個體間類似度的尺度：

1. 歐基里德距離(Euclidean Distance)：假設變量間為獨立性，主要用於連續型的資料處理。
2. 馬哈拉諾畢斯一般距離(Mahalanobis Distance)：其主要為歐基里德距離的推廣，其可用於克服變量之間相關性的影響，但對於採均值來計算馬氏距離其效果並不好。
3. 類似度(Similarity)：在0-1型(以1為有，0為無)的資料型態中，主要以類似度來表示，其常用的為相關係數法；主要在測量變數距離的一種方法。在

群落分析中所定義的距離即可用來判斷變數間類似程度高低的一種方法。

3.階層的群落分析法(Hierarchical Method)

階層的群落分析旨在利用最短的距離找出由個體組合而成的群體；再利用群與群之最短距離依次形成一個新的群體。如此所形成的群體如同樹狀結構(Dendrogram)；可以方便使用者了解其相互間的結構關係。

簡言之，群落分析的目的即在分類。分類的目標是整個觀測對象，透過群落分析，性質相近的觀測對象將儘可能被置於同一群落內(即類似程度盡量大)。而群落之間的不類似性則儘量被顯現(即類似程度盡量小)，由觀測對象所具有的各项特質的程度不一。

因此，需要將這些特質加以量化，使其成為表現觀測對象特質的變數，藉著此種程序將觀測對象配置特定的空間上。構成測度空間的座標向量是觀測對象的特質變數，而個別觀測對象的位置則是以它在這一個特質空間的座標來表示。

如此的配置不僅可以很清楚的表現觀測對象的特性，亦可藉此呈現各觀測對象之間相似性(或差異性)，而依觀對象之間的相似程度或相異程度劃分群落。經由群落分析法找出結構群的類型後，即可求得各結構群的平均得點，再分別對各因子軸進行標準化。標準化的原因在於取得相同比較的基準，基於常態分配原則評點範圍，再根據標準化後的因子得點轉換成評點。

3.6 正準相關分析

正準相關分析為多元迴歸分析的延伸(Gwo-Hshiang Tzeng, 民 67)；在多元迴歸分析中，主要在建立目的變數 Y 與各說明變數 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 之一次結合式 \hat{Y} ，找出 Y 與 \hat{Y} 之多元相關係數為最大時之迴歸係數 β ，即

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

在正準相關分析裡，同樣區分為目的變數 Y 與說明變數 X ，所不同的是除了有 p 個 X 變數外， Y 也有 q 個變數($q > 1$)，兩個變數群 X, Y 各自構成其合成變量 Z_x, Z_y 。即

$$\left. \begin{aligned} Z_x &= \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_p X_p \\ Z_y &= \beta_1 Y_1 + \beta_2 Y_2 + \dots + \beta_q Y_q \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

正準相關分析的目的即在找出這 p 個 X 變數的加權值(迴歸係數 α)與 q 個 Y

變數的加權值(迴歸係數 β)，使得 Z_x 與 Z_y 之相關係數(正準相關係數)為最大。因此，多元迴歸分析只不過是正準相關係數分析中的一個特殊形式，也就是只有一個 Y 變數的正準相關分析。

以下進行工研院所屬 11 個研究單位(不包括院本部、技服中心及經資中心)針對研發投入與產出之正準相關分析。其中研發投入項以投入人力數、資本支出費用、業務支出費用 3 項屬性代表；研發產出則以 13 項研發績效指標代表。以此二組變數分別建立研發投入及產出績效形態之綜合指標，假設研發投入項使用方式(X 群體)的每一變數對研發產出屬性(Y 群體)的每一變數會有影響，並分別求出二群體變數的線性組合 U 與 V (Linear Combination)，進而求出二者的極大相關，即

$$U = \sum_{i=1}^3 \alpha_i X_i \quad \text{而} \quad V = \sum_{j=1}^{13} \beta_j Y_j \quad (2)$$

其中 α_i 與 β_j 表示正準向量(Canonical Vector)的係數，由向量係數值之大小與正負符號，可以判斷各變數與其它變數之相關程度與相關方向。



第四章 實證研究：運用資料包絡分析法評量工研院各研發

組織之研發績效

研發機構的組織績效評量過去多採用主觀評量，未建立多投入與多績效(產出)的總體衡量模型，因此未能針對不同部門提出應如何提升績效之改善建議。經文獻分析，資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)可以同時處理不同衡量單位的多項投入與多項產出項之效率衡量。無須事先假設生產函數關係的型式，可避免參數估計問題。投入、產出項的權數值由數學規劃模型產生，不受人為主觀因素影響。可以提供單位資源使用狀況，及效率改善資訊，提供管理者決策資訊等優點。因此本研究運用 DEA 方法以實證方式來構建工研院各研發單位(DMU 的母體與比較 DMU)多投入及多產出效果的評量模式。本研究採用工研院 1999 年及 2000 年之投入產出資料進行分析，分別求解 CCR 效率、A&P 效率、交叉效率，及多目標效率。此外，亦將 CCR 效率進一步區分為純粹技術效率(BCC 效率)與規模效率。除了效率值比較和相關管理意涵的討論外，還進行規模報酬分析，最後則進行工研院各研究單位此兩年度之經營效率分析與比較。實證研究分析顯示工研院一些研究單位應擴大研發規模，以發揮研發綜效。此研究結果經與工研院高階管理團隊溝通，認為交叉分析模式結合多目標模式產生之結果可信度高且較以往績效評量客觀公正，故此評量模式可適用於一般大型研發組織之研發績效評量。

4.1 個案研究目的

工研院對台灣高科技產業發展的貢獻外部績效卓著，但內部研究單位(各所及中心)間績效卻尚缺一套比較客觀有效的評量準則及模式以為經營團隊間溝通與改善效率與生產力的平台，此也是工研院管理團隊想解決克服的重要課題。工研院曾經聘請過許多國外專家顧問進行內部績效評量，但在評量指標及權重選定上相對比較缺乏嚴謹之學理基礎。另外工研院對服務產業之效益追蹤非常重視，也有個別專案或技術開發的評量機制，但針全院各研究所及中心相互間之內部相對評量則相對缺乏(史欽泰，民 87)。

資料包絡分析法(Data Envelope Analysis, DEA)，應用在效率分析及績效評量之文獻非常廣泛，包括有 Fare, et al. (1985)應用 DEA 評量美國 123 個私營電廠與 23 個公營電廠之效率；Grosskop & Valdmanis (1987)應用 DEA 評量美國 California 22 個公立醫院及非營利私立醫院之經營效率；Smith & Mayston (1987)應用 DEA 評量 20 個英國教育單位之行政效率；Rwgister(1988)應用 DEA 評量美國郵政服

務 1956 年至 1984 年之行政效率；Berg, et al. (1991)應用 DEA 評量挪威 107 家銀行之效率；Cook, Johnston & Mccutcheon (1992)利用 DEA 評量 31 個公司機器人的執行效率；Boaz, Yaakov & David(1994)應用 DEA 評量以色列的電廠；Chen & Yeh (1998)以 DEA 與財務比率法衡量台灣相關銀行的經營績效。資料包絡分析法(DEA)，可同時處理多個不同單位的投入與產出，為單一總體衡量指標；且不須事先知道投入、產出之間的函數形式，且不須估計，是一種無母數方法。避免了實務上在投入產出關係不明確情況下假設之生產函數而導致的誤差；DEA 可提供各受評量之 DMU(Decision Management Unit)的最佳加權值，以儘可能提昇該 DMU 之效率，由於權重無須事先賦予，可避免人為的主觀判斷；此不僅可指出效率有待改進的 DMU，也可提供決策者改進各種影響效率值的可行途徑，如投入數目應裁減多少，或需增加多少產出才能達到有效率；DEA 可同時處理比率資料及非比率資料，且衡量單位亦不須完全相同，使資料處理上更具彈性(史欽泰，民 87；江勁毅、曾國雄，民 89； Andersen, P. & Petersen, N. C., 1993；Charnes A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, 1978；.Doyle, J. & Green R., 1994；Farrell, M. J., 1957)。因此本研究採用 DEA 效率分析模式：計有 CCR 效率、A&P 效率、交叉效率，及多目標效率，此外，亦將 CCR 效率進一步區分為純粹技術效率(BCC 效率)與規模效率，但在分析比較規模效率值時，採用 CCR 模式及 BBC 模式的分析結果進行探討；在整體工研院所屬單位整體績效時，則採用交叉效率模式及多目標模式分析結果，進行工研院各研究單位的評量比較。除了效率值比較和衍生的相關討論外，還進行規模報酬分析，最後則是經營效率及研發成果之比較。

本個案研究目的在以實證方式分析工研院各所及中心之經營績效，運用資料包絡分析法(Data Envelope Analysis, DEA)，從各單位相對經營績效來分析各類研究所及研究中心的經營績效。以 1999 年暨 2000 年之資料為基準主要是工研院自 1994 年史欽泰擔任院長以來，其採取控制人力在 6000 人左右，總經費逐年成長，但是經濟部科專維持不變及加強全資源管理的政策，因此本研究雖然只採用 1999 與 2000 年，此兩年有其指標性意義，本研究之指標包括：投入面的員工人數(人)、資本支出(百萬元)、及業務支出(百萬元)；產出面有的國內外專利獲得(件數)、期刊及研討會論文(篇數)、研究報告(篇數)及技術移轉(家次)。工研院內部將研發評量可分為研發前評量、研發中評量、研發結果評量及研發外部成果評量(又稱追蹤評量)四個階段，本研究定位為研發結果評量。

4.2 實證資料選取

工研院主要研發投入要素包括：員工人力、資本支出及業務支出；研發產出成果包括國內外專利獲得件數、期刊論文及研討會論文篇數、研究報告篇數(包括技術、調查及訓練三類報告)、技術移轉件數(包括成果移轉及先期授權)、技術

合作開發家次(包括合作研究與先期參與)、外界委託研究家次、委託外界研究件數(包括學界、業界及研究機構三類)、技術引進項次(包括技術授權、技術合作、專利授權、顧問諮詢及其他)、工業技術服務項次、人員代訓人次、研討會場次(包括科專計畫及非科專計畫)等(徐基生等，民91)。

4.2.1 人力資源

工研院總人力約 6 千餘人(包括院本部及駐外單位)，因應整體研發大環境改變、因此推動組織再造以增強研發競爭力，在非直接投入研發之人力在員額上比例大幅減少，並委外由人力資源仲介公司執行。在 1999 年 I 單位及 J 單位佔年度人力比例最低分別為 2.4% 及 2.8%，主要的人力資源集中在 E 單位、B 單位、H 單位、A 單位、F 單位及 G 單位六個研究單位共占 79.4%；2000 年 I 單位及 J 單位也佔年度人力比例最低分別為 2.6% 及 2.9%，比 1999 年微幅上升，但主要的人力資源仍集中在六個研究單位共佔 74.8%，人力資源集中度略為下降。其中 K 單位研究人力大幅提昇，而 F 單位與 E 單位微幅提昇，其餘各研究單位人力資源員額略微下降。工研院擁有高級人力資源比例相當高，其中具碩、博士人力比例高達 55%。1999 年及 2000 年受評量單位之人力分配及各項比例詳如表 4.1。

表 4.1 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之人力素質統計分配表

評量單位(年)/項目	博士學歷(人)	碩士學歷(人)	學士學歷(人)	其它學歷(人)	員工總人數(人)	佔當年度比例
A 單位 2000	90	166	93	187	536	11.3%
B 單位 2000	78	360	132	57	627	13.2%
C 單位 2000	77	223	65	56	421	8.9%
D 單位 2000	31	112	92	57	292	6.1%
E 單位 2000	49	311	215	234	809	17.0%
F 單位 2000	124	168	107	131	530	11.1%
G 單位 2000	83	230	99	161	573	12.1%
H 單位 2000	101	166	84	132	483	10.2%
I 單位 2000	22	68	33	16	139	2.9%
J 單位 2000	22	49	28	24	123	2.6%
K 單位 2000	77	95	29	21	222	4.7%
人數小計 2000	754	1948	977	1076	4755	100.0%
A 單位 1999	114	208	102	242	667	11.9%
B 單位 1999	115	471	205	148	940	16.8%
C 單位 1999	78	244	94	75	491	8.8%
D 單位 1999	45	134	106	87	372	6.6%
E 單位 1999	67	346	252	283	948	16.9%
F 單位 1999	129	189	107	166	589	10.5%
G 單位 1999	92	216	119	195	622	11.1%
H 單位 1999	144	238	98	199	680	12.1%
I 單位 1999	23	69	44	23	159	2.8%
J 單位 1999	25	52	25	30	132	2.4%
人數小計 1999	832	2167	1152	1448	5600	100.0%
二年總人數(人)	1,586	4,115	2,129	2,524	10,355	100.0%
總比例(%)	15.3%	39.7%	20.6%	24.4%	100.0%	100.0%

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表

4.2.2 資本支出

工研院年度資本支出主要項目包括：房屋建築及設備、儀器及機械設備、資訊設備、交通及運輸設備、雜項設備等，其中儀器及機械設備支出佔 52.8%最高、其次資訊設備支出佔 27.4%。在 1999 年時資本支出 E 單位佔的比例最高為 20.3%，其次依順為 A 單位 18.1%、F 單位及 B 單位 15.9%，最低為 J 單位僅 0.8%。在 2000 年時資本支出 A 單位佔的比例最高為 25.2%，其次依順為 B 單位 18.3%、F 單位 14.4%，最低為 I 單位僅 1.4%。二年間資本支出上昇變化者包括有 A 單位、B 單位及 K 單位；下降變化者為 E 單位及 G 單位。1999 年及 2000 年本研究評量單位資本支出統計及各項比例如表 4.2。

表 4.2 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之資本支出及比例統計分配表
單位：千元

評量單位(年)/項目	房屋建築 及設備	儀器及 機械設備	資訊設備	交通及 運輸設備	雜項設備	總資本支出	佔當年度比例
A 單位 2000	5,103	87,592	16,655	2,855	3,435	121,266	25.2%
B 單位 2000	0	21,162	65,948	546	707	88,363	18.3%
C 單位 2000	0	30,873	10,668	474	950	42,976	8.9%
D 單位 2000	0	7,568	2,073	0	488	10,129	2.1%
E 單位 2000	0	33,077	12,221	160	860	46,318	9.6%
F 單位 2000	0	64,270	3,543	68	734	69,545	14.4%
G 單位 2000	0	2,661	7,312	1,537	2,337	13,847	2.9%
H 單位 2000	2,767	29,488	4,323	329	3,414	40,321	8.4%
I 單位 2000	0	3,184	3,115	12	580	6,891	1.4%
J 單位 2000	397	3,337	1,574	147	1,918	7,373	1.5%
K 單位 2000	5,181	17,200	8,318	427	3,515	34,641	7.2%
金額小計 2000	13,448	300,412	135,750	6,555	18,938	481,670	100.0%
A 單位 1999	0	27,032	14,117	103	1,178	63,562	18.1%
B 單位 1999	0	12,389	41,605	1,269	532	55,795	15.9%
C 單位 1999	0	13,796	8,131	2,073	901	24,901	7.1%
D 單位 1999	0	6,826	2,007	901	1,401	11,135	3.2%
E 單位 1999	0	6,580	8,532	235	763	71,110	20.3%
F 單位 1999	0	47,218	4,110	2,842	1,520	55,693	15.9%
G 單位 1999	12,371	2,052	838	150	852	16,263	4.6%
H 單位 1999	149	18,853	8,853	489	3,204	31,548	9.0%
I 單位 1999	11,033	2,769	4,166	340	81	18,389	5.2%
J 單位 1999	409	1,755	144	242	149	2,699	0.8%
金額小計 1999	23,962	139,270	92,503	8,644	10,581	351,095	100.0%
二年金額總計	37,410	439,682	228,253	15,199	29,519	832,765	100.0%

評量單位(年)/項目	房屋建築 及設備	儀器及 機械設備	資訊設備	交通及 運輸設備	雜項設備	總資本支出	佔當年度比例
總比例(%)	4.50%	52.80%	27.40%	1.80%	3.50%	100.00%	100.00%

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表

4.2.3 業務支出

工研院年度業務支出主要項目包括：專案計畫研究支出、技術服務支出、以及計畫衍生支出三類，其中專案計畫研究支出佔 51.2% 最高、其次技術服務支出佔 38.5%。在 1999 年時業務支出 A 單位佔的比例最高為 17.2%，其次依順為 E 單位 15.5%、A 單位 15.3%，最低為 J 單位僅 2.9%。在 2000 年時業務支出 B 單位佔的比例最高為 17.2%，其次依順為 E 單位的 16.2%、B 單位 16.0%，最低為 J 單位僅 2.1%。二年間業務支出上昇變化者包括 B 單位、G 單位及 K 單位；下降變化者有 C 單位、E 單位及 A 單位。1999 年及 2000 年各受評量單位業務支出統計如表 4.3。

表 4.3 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之業務支出及比例統計分配表
單位：千元

評量單位(年)/項目	專案計畫研究支出	技術服務支出	計畫衍生支出	合計業務支出	佔當年度比例
A 單位 2000	1,954,977	869,264	330,916	3,486,073	15.3%
B 單位 2000	2,332,692	1,392,985	93,265	3,912,207	17.2%
C 單位 2000	1,320,499	344,896	95,505	1,856,405	8.2%
D 單位 2000	188,802	770,003	12,697	984,199	4.3%
E 單位 2000	1,504,631	1,677,911	172,932	3,528,406	15.5%
F 單位 2000	1,104,940	943,289	89,218	2,226,665	9.8%
G 單位 2000	870,822	1,454,562	85,257	2,495,898	11.0%
H 單位 2000	940,235	1,010,299	134,318	2,219,170	9.8%
I 單位 2000	496,129	104,820	74,440	749,829	3.3%
J 單位 2000	145,622	266,455	29,056	470,189	2.1%
K 單位 2000	608,453	126,847	29,314	793,928	3.5%
金額小計 2000	11,467,802	8,961,331	1,146,918	22,722,969	100.0%
A 單位 1999	1,634,896	635,576	222,683	2,715,838	17.2%
B 單位 1999	1,574,505	812,425	69,854	2,526,638	16.0%
C 單位 1999	867,150	445,517	52,218	1,417,103	9.0%
D 單位 1999	228,673	541,512	14,851	799,887	5.1%
E 單位 1999	1,116,822	1,041,030	204,415	2,566,682	16.2%
F 單位 1999	749,841	546,661	55,908	1,408,318	8.9%
G 單位 1999	605,776	897,429	46,679	1,596,563	10.1%

評量單位(年)/項目	專案計畫研究支出	技術服務支出	計畫衍生支出	合計業務支出	佔當年度比例
H 單位 1999	880,559	711,524	110,132	1,812,347	11.5%
I 單位 1999	476,318	82,641	51,930	662,819	4.2%
J 單位 1999	104,784	167,858	9,832	292,306	1.9%
金額小計 1999	8,239,324	5,882,173	838,502	15,798,501	100.0%
二年總金額	19,707,126	14,843,504	1,985,420	38,521,470	100.00%
總比例(%)	51.20%	38.50%	5.20%	100.00%	100.00%

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表及

4.2.4 研發成果

工研院年度成果產生的指標共計有十三類，包括：國內外專利獲得件數、期刊論文及研討會論文篇數、研究報告篇數(包括技術、調查及訓練三類報告)、技術移轉件數(包括成果移轉及先期授權)、技術合作開發家次(包括合作研究與先期參與)、外界委託研究家次、委託外界研究件數(包括學界、業界及研究機構三類)、技術引進項次(包括技術授權、技術合作、專利授權、顧問諮詢及其他)、工業技術服務項次、人員代訓人次、研討會場次(包括科專計畫及非科專計畫)、科技展覽、以及定期性刊物，其中科技展覽及定期性刊物量化資料代表性差異大且代表性不足，故本研究僅蒐集前十一類研發成果，詳如表 4.4、4.5、4.6。

表 4.4 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之研發成果及比例統計表(一)

評量單位(年)/項目	國內外專利 佔當年度		期刊及研討 佔當年度		研究報告 佔當年度		技術移轉 佔當年度	
	獲得(件數)	比例(%)	會論文(篇數)	比例(%)	(篇數)	比例(%)	(家次)	比例(%)
A 單位 2000	209	21.8%	87	4.9%	1,137	23.5%	38	5.5%
B 單位 2000	170	17.7%	251	14.1%	1,199	24.8%	97	14.2%
C 單位 2000	88	9.2%	101	5.7%	171	3.5%	61	8.9%
D 單位 2000	24	2.5%	200	11.2%	292	6.0%	15	2.2%
E 單位 2000	227	23.6%	281	15.8%	1,009	20.9%	122	17.8%
F 單位 2000	40	4.2%	178	10.0%	235	4.9%	116	16.9%
G 單位 2000	74	7.7%	280	15.7%	301	6.2%	87	12.7%
H 單位 2000	96	10.0%	282	15.9%	291	6.0%	83	12.1%
I 單位 2000	6	0.6%	41	2.3%	107	2.2%	27	3.9%
J 單位 2000	4	0.4%	50	2.8%	49	1.0%	17	2.5%
K 單位 2000	22	2.3%	28	1.6%	41	0.8%	22	3.2%
小計及比例 2000	960	100.0%	1779	100.0%	4832	100.0%	685	100.0%
A 單位 1999	135	25.2%	59	4.6%	756	20.1%	23	4.3%
B 單位 1999	117	21.9%	203	15.7%	984	26.2%	74	13.9%
C 單位 1999	39	7.3%	92	7.1%	162	4.3%	27	5.1%

評量單位(年)/項目	國內外專利		期刊及研討		研究報告		技術移轉	
	估當年度 獲得(件數)	估當年度 比例(%)	估當年度 會論文(篇數)	估當年度 比例(%)	估當年度 (篇數)	估當年度 比例(%)	估當年度 (家次)	估當年度 比例(%)
D 單位 1999	12	2.2%	165	12.8%	153	4.1%	24	4.5%
E 單位 1999	107	20.0%	171	13.2%	849	22.6%	119	22.4%
F 單位 1999	27	5.0%	120	9.3%	190	5.1%	94	17.7%
G 單位 1999	40	7.5%	213	16.5%	271	7.2%	53	10.0%
H 單位 1999	51	9.5%	209	16.2%	207	5.5%	78	14.7%
I 單位 1999	6	1.1%	9	0.7%	75	2.0%	28	5.3%
J 單位 1999	1	0.2%	51	3.9%	105	2.8%	11	2.1%
小計及比例 1999	535	100.0%	1292	100.0%	3752	100.0%	531	100.0%
二年總計/比例	1,495	100.0%	3,071	100.0%	8,584	100.0%	1,216	100.0%

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表

表 4.5 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之研發成果及比例統計表(二)

評量單位(年)/項目	技術合作		估當年度		外界委託		估當年度		技術引進	
	估當年度 開發(家次)	估當年度 比例(%)	估當年度 研究(家次)	估當年度 比例(%)	估當年度 研究(件數)	估當年度 比例(%)	估當年度 (項次)	估當年度 比例(%)		
A 單位 2000	27	5.4%	16	1.2%	20	5.0%	0	0.0%		
B 單位 2000	50	10.0%	144	11.1%	76	19.0%	10	29.4%		
C 單位 2000	29	5.8%	102	7.9%	46	11.5%	2	5.9%		
D 單位 2000	14	2.8%	70	5.4%	14	3.5%	1	2.9%		
E 單位 2000	99	19.8%	265	20.4%	83	20.8%	9	26.5%		
F 單位 2000	90	18.0%	275	21.2%	37	9.3%	1	2.9%		
G 單位 2000	64	12.8%	129	9.9%	46	11.5%	1	2.9%		
H 單位 2000	66	13.2%	103	7.9%	31	7.8%	5	14.7%		
I 單位 2000	23	4.6%	41	3.2%	21	5.3%	1	2.9%		
J 單位 2000	17	3.4%	83	6.4%	0	0.0%	0	0.0%		
K 單位 2000	20	4.0%	70	5.4%	26	6.5%	4	11.8%		
小計及比例 2000	499	100.0%	1298	100.0%	400	100.0%	34	100.0%		
A 單位 1999	7	1.8%	7	0.7%	30	8.6%	0	0.0%		
B 單位 1999	40	10.3%	94	8.8%	72	20.6%	11	42.3%		
C 單位 1999	7	1.8%	72	6.7%	39	11.2%	0	0.0%		
D 單位 1999	18	4.6%	67	6.3%	24	6.9%	0	0.0%		
E 單位 1999	102	26.2%	195	18.2%	79	22.6%	3	11.5%		
F 單位 1999	30	7.7%	222	20.7%	19	5.4%	0	0.0%		
G 單位 1999	36	9.3%	146	13.6%	37	10.6%	1	3.8%		
H 單位 1999	46	11.8%	205	19.1%	33	9.5%	2	7.7%		
I 單位 1999	92	23.7%	13	1.2%	16	4.6%	9	34.6%		
J 單位 1999	11	2.8%	50	4.7%	0	0.0%	0	0.0%		
小計及比例 1999	389	100.0%	1071	100.0%	349	100.0%	26	100.0%		

二年總計及比例	888	100.0%	2,369	100.0%	749	100.0%	60	100.0%
---------	-----	--------	-------	--------	-----	--------	----	--------

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表

表 4.6 工研院 1999 年及 2000 年本研究受評量單位之研發成果及比例統計表(三)

評量單位(年)/項目	工業技術服務	估當年度	人員代訓	估當年度	研討會	估當年度
	(項次)	比例(%)	(人次)	比例(%)	(場次)	比例(%)
A 單位 2000	9,839	11.1%	64	0.62%	29	2.41%
B 單位 2000	388	0.4%	4,132	40.25%	176	14.61%
C 單位 2000	505	0.6%	756	7.36%	41	3.40%
D 單位 2000	57,044	64.6%	526	5.12%	164	13.61%
E 單位 2000	2,111	2.4%	0	0.00%	62	5.15%
F 單位 2000	2,282	2.6%	0	0.00%	62	5.15%
G 單位 2000	952	1.1%	4,086	39.81%	215	17.84%
H 單位 2000	10,258	11.6%	701	6.83%	131	10.87%
I 單位 2000	760	0.9%	0	0.00%	15	1.24%
J 單位 2000	3,583	4.1%	0	0.00%	289	23.98%
K 單位 2000	548	0.6%	0	0.00%	21	1.74%
小計及比例 2000	88,270	100.0%	10,265	100.00%	1,205	100.00%
A 單位 1999	5,119	18.4%	6	0.04%	19	2.38%
B 單位 1999	334	1.2%	1,346	9.89%	116	14.55%
C 單位 1999	320	1.2%	654	4.80%	29	3.64%
D 單位 1999	15,000	53.9%	391	2.87%	115	14.43%
E 單位 1999	1,372	4.9%	665	4.88%	55	6.90%
F 單位 1999	757	2.7%	0	0.00%	39	4.89%
G 單位 1999	257	0.9%	2,351	17.27%	183	22.96%
H 單位 1999	3,090	11.1%	516	3.79%	139	17.44%
I 單位 1999	538	1.9%	0	0.00%	6	0.75%
J 單位 1999	1,027	3.7%	7,687	56.46%	96	12.05%
小計及比例 1999	27,814	100.0%	13,616	100.00%	797	100.00%
二年總計及比例	116,084	100.0%	23,881	100.00%	2,002	100.00%

資料來源：工研院 1999 年及 2000 年度報表及

4.3 資料包絡分析法

Brown & Svenson(1998)曾指出有效的研發評量方式，其關鍵在於是否將 R&D 單位視為整體組織之一部份，且強調評量包括投入、處理、產出、接收、效益。評量研發績效方法依 Poh, Ang and Bai(2001)的研究分析指出可分為：評點法(Scoring Method)、層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)、比較分析法(Comparative Method)、成本效益分析法(Cost- Benefit Analysis)、經濟效益分析

法(Economic Analysis)、決策樹分析法(Decision Tree Analysis)等六種。本研究採用資料包絡分析法為多投入及多產出的分析模式，故屬於綜合評價方法及成本效益分析法的一種。為何採用資料包絡分析法評量工研院研發單位之研發績效，在第三章已經說明，主要的考量因素有五：(1)可運用成本(研發投入)/效益(研發產出)比率方式從資料包絡分析法中鑑別出各單位研發績效；(2)資料包絡分析模式經學者不斷改良，常用的分析評量模式已發展出五種，更容易鑑別出各單位研發績效及模式評量比較分析；(3)依據國、內外期刊資料庫蒐集文獻分析，資料包絡分析模式最適合非營利組織的績效評量分析，工研院符合此一特性；(4)工研院極需要一套整體的研發績效評量模式，做為各單位研發績效評量之比較；(5)工研院年度報表提供完整的投入產出資料以利分析。本節主要在說明資料包絡分析法的特性、基本假設、以及各種模式的應用。

4.3.1 資料包絡分析法

本研究單位使用的資料包絡分析法(DEA)是一種數學規劃分析模型，運用觀查而得的資料，代入模型，將獲得一個 DEA 效率邊界，並且可計算出各 DMU 與其他群體的相對效率值的優良效率衡量方法。Farrell (1957)首先提出確定性無母數前緣(Deterministic Non-Parametric Frontier)的觀念，「確定性」是指所有 DMU 之技術水準相同，面對共同的生產前緣，「無母數前緣」指未預設生產函數的型態，此一多項投入下的效率衡量，奠定了 DEA 理論之基礎，其模式有如下基本假設：(1)生產前緣是由最有效率的 DMU 所組成，較無效率的 DMU 皆位於此前緣之下方；(2)固定規模報酬；(3)生產前緣凸向原點，因此每點斜率皆小於或等於零。

在 DEA 的理論中，當某一個 DMU 的投入產出組合落在 DEA 的邊界上時，吾人可將其視為相對有效率的 DMU；反之，若 DMU 落在邊界外則稱該 DMU 相對無效率。DEA 模型分析經由許多學者提出及驗證(Charnes A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, 1978, Farrell, M. J., 1957)。基本上 DEA 是一種無母數(Non-Parametric)分析方法，其主要的特性有：(1)可視為一種確定性的無母數最大產量估計方法。在目標函數中它可以不必預先設定投入產出項目間的關係，此可避免函數假設錯誤的風險；(2)DEA 模型可求算出個別研究個體相對研究群體的相對效率值；(3)DEA 模型係以數學規劃的方式建立一綜合性指標，可以處理異質性產出與投入項目間相對效率的衡量。在一個多項產出及多項投入的效率衡量上會發生產出與投入衡量單位不一致的困擾，而 DEA 模型可解決此困擾；(4)由數學規劃方式求出各指標的權數，如此將可比一般由問卷調查或由決策者自行決定(例如層級程序法；AHP)來得客觀與公平；(5)將多項產出及多項投入計算出一個單一的效率值，此與單一產出及單一投入之比率分析法相同。

4.3.2 CCR 模式

本研究採用的 CCR 數學規劃模式為 Charnes, Cooper & Rhodes (1978)所提出之組織效率衡量工具。假設有 n 個 DMU 使用 m 種投入項目及有 s 種產出項目，則第 k 個 DMU 的效率值可藉由分數線型規劃(Fractional Linear Programming)模型(固定規模報酬)求出。

4.3.3 BCC 模式

經由 DEA 模型，吾人再藉由 Banker, Charnes & Cooper(1984)所提的 BCC 模式來做投入產出的成本效益分析(史欽泰,民 87)。根據 Banker, Charnes & Cooper 所作之定義：規模效率“Scale Efficiency, SE”為在既定的產出水準下生產技術邊界點的投入數量與最適的生產規模邊界下的投入數量比而技術效率“Technical Efficiency, TE”為在即定產出水準下任一點的實際投入數量與生產技術邊界點的投入數量之比值。在 CCR 模式所做的假設為規模報酬固定以衡量整體效率，但無效率情形的產生，可能有部分是由於規模因素影響而非技術無效率，因此 Banker, Charnes & Cooper 便修正 CCR 模式，在變動規模的條件下來衡量技術效率，此為 BCC 模式。

4.3.4 A&P 模式

從事效率分析時，因為 CCR 模式的計算結果可能發生某 DMU 效率值為 1，卻是孤芳自賞的外圍值“Outlier”，有判別力“Discriminating Power”不足的情形，針對同是有效率的 DMU，Andersen and Petersen(1993)提出進一步判別的方法，此法對無效率的 DMU 不會產生影響，但有效率的 DMU 之效率值在重新求算後會大於 1，如此將可對有效率的 DMU 再加以排名，其求算方法為把受評量的有效率 DMU 自 CCR 模式的參考集合中排除，B 點原位於前緣線上，用 A&P 模式計算效率時將其移除，生產前緣變成線段 $\overline{A'B'C}$ ，因此 B 點的效率將大於 1。



表 4.7 交叉效率矩陣表

受同儕評量的 DMU DMU	1	2	...	n
1	E_{11}	E_{12}		E_{1n}
2	E_{21}	E_{22}		E_{2n}
⋮				
n	E_{n1}	E_{n2}		E_{nn}
受同儕評量的交叉效率值	e_1	e_2	...	e_n

資料來源：Doyle & Green(1994)

4.3.5 交叉模式

Doyle & Green(1994)曾共同發表交叉效率的概念，相對於傳統的自我評量 (Self-Appraisal)，其為一種同儕評量 (Peer-Appraisal) 的方式，CCR 模式裡自我評量有效率的 DMU，若有較少的被參考次數，表示離群程度較高，其同儕評量之下的交叉效率值將有較大的降幅。在交叉效率矩陣表裡，第 k 個 DMU 的交叉效率值 (e_k)，為使用其它 DMU 的虛擬乘數組合計算 DMU_k 的效率值後取平均值，如表 4.7。



4.3.6 多目標模式

傳統的 DEA 分析模式都是將個別 DMU 單獨考量，利用(2)式找出一組使本身效率值最大的虛擬乘數，雖然這些乘數是在相同限制條件之下求得的，但可能造成多個具有不同虛擬乘數的 DMU 都是有效率的情況，尤其，當相對於總投入產出項數的 DMU 個數不夠大時，更容易出現這種弱判別力 (Weak Discriminating Power) 的情形，即傳統 DEA 模式會在這種狀況下產生過多有效率的 DMU。對此，江勁毅、曾國雄(民 89)提出一個同時考量所有 DMU 的多目標規劃模式，可以找出一組共同的虛擬乘數，其基本觀念為使所有 DMU 根據此組共同乘數算出的效率值愈大愈好。作為一種判別有效率 DMU 的準則，使用相同加權組合方式的嚴格 (Restrictive) 程度更甚於傳統 DEA 模式，故可使判別力提高。換言之，在多目標的限制下，所有 DMU 的效率值都會小於或等於本來的 CCR 效率，其間之差異可視為個別 DMU 在需要同時兼顧其它 DMU 的情形下，作出犧牲效率值的讓步，讓步愈多表示相較於全體極大化的虛擬乘數值，由傳統 DEA 模式算出，具個別特色之乘數值對本身愈有利，故改用全體極大化的乘數值來評量效率時，其獨特的優勢無法顯現，效率值因而降低。以下是此一改良模式的詳細介紹，由於其僅考量第 k 個 DMU 的規劃式，若同時考量所有的 DMU。

4.3.7 各種 DEA 模式分析討論

本研究採用 DEA 的五種分析模式包括 CCR 模式、BBC 模式、A&P 模式，交叉效率模式與多目標模式，以各種不同功能分析模式來分別評量工研院各單位的績效，其使用的投入產出值都相同，差別在以不同分析角度之理論基礎下權重的大小、以及不同相對效率基準分析組織績效改善方向。

表 4.8 各種 DEA 模式分析比較表

項目/DEA 模式	CCR 模式	BBC 模式	A&P 模式	交叉效率模式	多目標模式
模式出現年代	1978 年	1984 年	1993 年	1994 年	2000 年
相對效率基準	個別 DMU	個別 DMU	相鄰 DMU	同儕 DMU	全體 DMU
衡量權重	自身單一有利	自身單一有利	兩組平均	同儕平均	全體共同一組
相對效率性質	主觀	主觀	主觀	客觀	客觀
模式類型	原創型	改良型	改良型	改良型	改良型

資料來源：本研究蒐集整理

附記：CCR 模式(總體效率值)及 BBC 模式(技術效率值)可求得規模效率值

原創型的 CCR 模式經由學者不斷的改良，以交叉效率模式及多目標模式分析結果最為客觀，故本研究雖然求取五種模式的相對效率值，但在分析比較規模效率值時，採用 CCR 模式及 BBC 模式的分析結果進行探討；在整體工研院所屬單位整體績效時，則採用交叉效率模式及多目標模式分析結果，進行評量比較。

4.4 實證研究分析與討論

本節實證研究依據第三章及 4.3 節資料包絡法各種模式的特性、限制、程序、方法及模式進行實證分析，而 DEA 模式應用的第一步就是設定分析目標，從 4.2 的工研院之定位、願景與角色，可得知工研院在台灣扮演促進技術研發、產業升級、新技術研發及轉移之任務非常重要，其研發績效成果會直接與間接影響台灣高科技產業之競爭力。故工研院本部、各研究所與中心，皆有相對清楚的定位、角色與目標，其也極需得知提升績效的資訊以做為內部管理及決定之參考，又基於非營利研究機構的特性，以及為台灣科技政策之執行機構之一，無法僅用財務指標或單一績效指標評量各單位之研發績效。因此本研究以多投入與多產出 DEA 模式，進行分析工研院所屬研究所及研究中心的研發績效，希望藉由模式分析結果及相關單位研發效率優劣，提供工研院在研發成果效率改進及資源分配運用之參考。

本節首先選擇受研發績效評量之研究所及中心(Decision Management Unit;

DMU)；第二階段參考相關文獻理論及工研院 1999 及 2000 年度報表中與研發績效有關的投入及產出數據，進行投入產出相關性分析，找出較適當之投入產出數據做為研究分析的參數；第三階段為資料包絡法(DEA)之模式選取，本研究共計採用國內、外期刊已發表之五種模式，進行實證分析，並比較各種模式的分析結果；第四階段進行 CCR 及 BCC 效率分析及比較，主要分析 DMU 之無效率的來源是缺乏純粹技術效率(BCC 效率)或規模效率，以及提出改進建議；最後一階段則進行規模報酬分析，探討工研院所屬單位規模效率問題。

4.4.1 DMU 的撰擇

1999 與 2000 年工研院主要的研究單位，目前計有電子工業研究所、電腦與通訊工業研究所、光電工業研究所、量測技術發展中心、機械工業研究所、工業材料研究所、能源與資源研究所、化學工業研究所、航空與太空工業技術發展中心、環境與安全衛生技術發展中心及生醫工程研究中心(1999 年 6 月成立)。DMU 數目過少時使用 DEA 評量方法易造成效率偏差及效率無法辨視，為了克服此一問題，本研究採用了視窗分析(Windows Analysis)的概念，此法首先由 Charnes et al.提出，他以美國空軍十四個維修單位橫跨七個月份的資料為例，定義一個視窗含三個月份，每次推移(Shift)都是加入更早的一個月份，並把最晚的月份排除以維持視窗中只有三個月份的資料，最終得到五個逐漸推移的視窗，而每個視窗中 DMU 個數增為 42 個(=3×14)，加強了在個別視窗中從事效率排序時的自由度(Degrees of Freedom)，這種分析程序的功用，就縱斷面(相同對象不同時期)和橫斷面(相同時期不同對象)而言，可分別鑑定效率值和參考集合的穩定度，並且藉由部份數據的重複採計，可充分利用有限的資料。

本研究為了符合上述條件，故先以這 11 個研究單位年連續二年的資料作為評量效率的依據(K 單位僅一年)，將每個年度的資料視為相異的 DMU，所以任一個研究單位的評比對象除了其它十個研究單位的二個年度以外，還包含本身在其它一個年度的經營狀況，對應到原始視窗分析的意義，就是採取了涵蓋二個年度的單一視窗分析。如此可兼顧各研究單位的比較，以及同一研究單位不同年度的比較。為了方便分析比較，後續內容將把這二十一個 DMU，以 A 單位 2000、B 單位 2000、A 單位 1999、B 單位 1999 等名稱做為受評量 DMU 之代號。

Golany & Roll 認為 DMU 必須具同質性(Homogeneous)，即評比的對象需有相似的生產性質，例如在一樣的條件下執行相同工作，但又須具有相當的差異，而本研究採用工研院十一研究單位連續二年的資料，共得二十一個 DMU(生醫研究中心僅一年)，符合上述基本條件的理由如下：

(1) 內在本質相同：工研院受評研究單位的主要業務皆為技術、製程、產品之

研究發展與創新、技術移轉與引進、技術服務與工業服務，所以在工作上遭遇的問題相同，其宗旨都是為我國產業技術發展升級，雖然面對產業體質不完全相同，但工研院對各研究單位研發績效的投入產出項目亦大致相同。

- (2) 外在環境相異：工研院各研究單位彼此研發技術類別不同，客戶群亦不同，面臨產業發展週期不同(如化工業在國內已屬成熟期，生物科技與奈米技術屬萌芽期)，而且各研究所或中心成立時間不相同(如生醫研究中心 1999 月 6 月才成立時間最晚)。

4.4.2 投入產出項目之選取

運用 DEA 實際衡量時，不能考慮太多投入產出項目，否則基於柏拉圖最適 (Pareto Optimality) 準則的觀念，各 DMU 之效率值將均為 1，而背離衡量效率的本意，所以一般認為需將類似項目予以合併或採因子分析處理。至於確切的項目數量限制，則需考慮到 DEA 的幾何空間維數為 DMU 的投入項數與產出項數之和，當投入項與產出項增多時，DMU 的個數亦須相對增加，方能應用包絡線原理尋找最有效率的 DMU，故要選用多少項目，可參考模式使用上的經驗法則 (Rule of Thumb)，即受評量的 DMU 個數至少應為投入、產出項個數和的兩倍。

評量工研院所屬各研究單位之績效時，投入產出選定如下具有初步解釋意義，且從 11 個研究單位資料都可明確區分出來的投入產出項目，其中為了適切表達非營利研發機構特性，特別納入數個不同指標單位衡量的研發機構特定項目 (Specific Factors)，如年專利獲得數、期刊與論文發表數、技術移轉件數及技術合作件數等：

- (1) 投入項目：從表 4.1、表 4.2 及表 4.3 得知投入項目可分為：員工總人數、資本支出及業務支出，其中員工總人數又可區分為：博士學歷(人)、碩士學歷(人)、學士學歷(人)及其它學歷(人)四類；資本支出可區分為：房屋建築及設備、儀器及機械設備、資訊設備、交通及運輸設備及雜項設備；業務支出可區分為：可區分專案計畫研究支出、技術服務支出及計畫衍生支出。
- (2) 產出項目：從表 4.4 及表 4.5 得知產出項目可分為：國內外專利獲得(件數)、期刊及研討會論文(篇數)、研究報告(篇數)、技術移轉(家次)、技術合作開發(家次)、外界委託研究(家次)、委託外界研究(件數)、技術引進(項次)、工業技術服務(項次)、人員代訓(人次)及研討會(場次)。

1. 投入產出項專家篩選過程

前述的眾多項目必需進一步篩選，即檢視這些候選項目是否符合下列篩選原

則的要求：(1)資料取得可行性可信度；(2)具可控制性；(3)滿足當期發生的投入產出對應關係；(4)衡量基準一致；(5)與研發成果的關係明確(如表 4.9)。

表 4.9 投入產出初步篩選表

項目名稱/篩選準則	資料取得	可控制性	當期發生	衡量基準	研發成果關係
員工總人數(人)	○	○	△	○	○
博士學歷(人)	○	○	△	○	○
碩士學歷(人)	○	○	△	○	○
學士學歷(人)	○	○	△	○	○
其它學歷(人)	○	○	△	○	○
資本支出(百萬元)	○	○	△	○	○
業務支出(百萬元)	○	○	○	○	○
國內外專利獲得(件數)	○	△	△	○	○
期刊及研討會論文(篇數)	○	○	△	△	○
研究報告(篇數)	○	○	○	○	○
技術移轉(家次)	○	○	△	○	○
技術合作開發(家次)	○	○	△	○	○
外界委託研究(家次)	○	△	△	○	○
委託外界研究(件數)	○	△	△	○	○
技術引進(項次)	○	△	△	○	○
工業技術服務(項次)	○	○	○	○	○
人員代訓(人次)	○	△	○	△	△
研討會(場次)	○	○	○	△	○

註：「○」表示符合；「△」表示普通；「×」表示不符合，在表 2 中，全部被選為初步篩選的合格之投入產出項目。

資料來源：本研究收集整理

2. 投入產出項之相關分析

運用 Pearson 相關係數將表 4.8(利用表 4.1、表 4.2、表 4.3、表 4.4、表 4.5 及表 4.6 數據)投入產出項之相關性進行檢定，以下直接列出分析結果，投入產出變項進行相關分析之初步結果如下列於表 4.10 接著要觀察是否符合同向性(Isotonicity)的關係，換言之，若投入數量增加，則產出數量不得減少，如果有負相關存在或相關性太低，則須將該項目剔除，然後才能進一步套用 DEA 模式作分析。因為本研究的投入產出資料都是比率尺度(Ratio Scale)，所以採用皮爾森積差相關係數(Pearson Production- Moment Correlation)來檢驗，從表 4.10 可看出員工總人數、資本支出及業務支出三項；產出項為國內外專利獲得件數、期刊及研討會論文篇數、研究報告篇數及技術移轉家次四項之投入產出項目的相關係數皆為正及較顯著，符合此一同向性及顯著性的前提要求。

表 4.10 Pearson 投入產出項相關性進行檢定結果

產出項/相關係數/投入項	員工總人數	博士人力	碩士人力	學士人力	其他人力	資本支出	業務支出
國內外專利獲得(件數)							
Pearson 相關	.663**	.286	.638**	.607**	.581**	.751**	.924**
顯著性(雙尾)	.001	.210	.002	.004	.006	.000	.000
個數	21	21	21	21	21	21	21
期刊及研討會論文(篇數)							
Pearson 相關	.619**	.351	.595**	.609**	.477*	.142	.607**
顯著性(雙尾)	.003	.118	.004	.003	.029	.054	.004
個數	21	21	21	21	21	21	21
研究報告(篇數)							
Pearson 相關	.703**	.230	.719**	.707**	.549*	.769**	.878**
顯著性(雙尾)	.000	.315	.000	.000	.010	.000	.000
個數	21	21	21	21	21	21	21
技術移轉(家次)							
Pearson 相關	.723**	.499**	.658**	.710**	.595**	.457*	.680**
顯著性(雙尾)	.000	.021	.001	.000	.004	.030	.000
個數	21	21	21	21	21	21	21
技術合作開發(家次)							
Pearson 相關	.425	.089	.339	.535*	.402	.254	.422
顯著性(雙尾)	.055	.700	.133	.012	.071	.267	.057
個數	21	21	21	21	21	21	21

產出項/相關係數/投入項	員工總人數	博士人力	碩士人力	學士人力	其他人力	資本支出	業務支出
外界委託研究(家次)							
Pearson 相關	.541*	.437*	.427	.545*	.472*	.206	.377
顯著性(雙尾)	.011	.047	.053	.011	.031	.369	.092
個數	21	21	21	21	21	21	21
委託外界研究(件數)							
Pearson 相關	.597**	.493*	.483*	.534*	.550**	.145	.159
顯著性(雙尾)	.004	.023	.026	.013	.010	.004	.492
個數	21	21	21	21	21	21	21
技術引進(項次)							
Pearson 相關	.335	-.011	.539*	.420	-.006	.223	.427
顯著性(雙尾)	.138	.963	.012	.058	.979	.331	.035
個數	21	21	21	21	21	21	21
工業技術服務(項次)							
Pearson 相關	-.193	-.252	-.234	-.047	-.124	-.166	-.154
顯著性(雙尾)	.402	.270	.049	.841	.593	.471	.504
個數	21	21	21	21	21	21	21
人員代訓(人次)							
Pearson 相關	-.082	-.0162	.049	-.101	-.166	-.193	.010
顯著性(雙尾)	.723	.483	.833	.663	.742	.403	.967
個數	21	21	21	21	21	21	21
研討會(場次)							
Pearson 相關	-.022	-.093	.041	-.012	-.070	-.316	-.004
顯著性(雙尾)	.925	.688	.861	.960	.762	.162	.986
個數	21	21	21	21	21	21	21

資料來源：本研究收集整理

表 4.11 工研院投入產出資料表

評量單位(年) /項目	投入項			產出項			
	工員總 人數(人)	資本支出 (百萬元)	業務支出 (百萬元)	國內外專 利獲得(件 數)	期刊及研 討會論文 (篇數)	研究報告 (篇數)	技術移轉 (家次)
A 單位 2000	536	121	3,155	209	87	1,137	38
B 單位 2000	627	88	3,819	170	251	1,199	97
C 單位 2000	421	43	1,760	88	101	171	61
D 單位 2000	292	10	972	24	200	292	15
E 單位 2000	809	46	3,355	227	281	1,009	122
F 單位 2000	530	70	2,137	40	178	235	116
G 單位 2000	573	14	2,411	74	280	301	87
H 單位 2000	483	40	2,085	96	282	291	83
I 單位 2000	139	7	675	6	41	107	27
J 單位 2000	123	7	441	4	50	49	17
K 單位 2000	222	35	765	22	28	41	22
A 單位 1999	667	64	2,493	135	59	756	23
B 單位 1999	940	56	2,457	117	203	984	74
C 單位 1999	491	25	1,365	39	92	162	27
D 單位 1999	372	11	785	12	165	153	24
E 單位 1999	948	71	2,362	107	171	849	119
F 單位 1999	589	56	1,352	27	120	190	94
G 單位 1999	622	16	1,550	40	213	271	53
H 單位 1999	680	32	1,702	51	209	207	78
I 單位 1999	159	18	611	6	9	75	28
J 單位 1999	132	3	282	1	51	105	11

資料來源：本研究收集整理

3. 投入產出資料表之求取

投入產出資料表之投入項與產出項係經由工研院年度報表資料、專家評選及相關性分析求出。在相關分析中雖然投入項之人力方面除博士學歷人力不顯著，故本研究選擇員工總人數較佳，再依據表 4.9 及表 4.10 結果，本研究投入項選擇員工總人數、資本支出及業務支出三項；產出項選擇為國內外專利獲得件數、期刊及研討會論文篇數、研究報告篇數及技術移轉家次四項，做本研究投入產出項評量指標如表 4.11。

4.4.3 DEA 分析模式選取及運用

在選擇的投入產出項目通過同向性檢驗後，接著要選擇分析所用的 DEA 模式，本研究以 CCR 模式、A&P 模式、交叉模式，及多目標模式求解效率值，並使用 BCC 模式，配合 CCR 模式深入討論各 DMU 的整體技術效率、純粹技術效率，及規模效率。由於求解過程計算繁雜，因此利用一些電腦套裝軟體，以 LINGO 和 Warwick DEA 求解效率值、SPSS 計算相關係數，同時也使用 EXCEL 求解模糊多目標規劃的 DEA 模式及一般計算。

1. CCR 模式、A&P 模式、交叉模式、多目標模式效率值分析

在 CCR 模式裡數值等於 1 為相對有效率，小於 1 者為相對無效率，而 A&P 模式就是將有效率的 DMU 本身自 CCR 模式的參考集合排除，如此一來可使效率值為 1 者變成大於 1，以進一步判別有效率的 DMU，不論 A&P 模式或 CCR 模式，都是「自我評量」的作法，其有效率的原因乃是本身有針對有利的投入項或產出項，給予較高虛擬乘數值，因此評量方式較為主觀。另一方面，交叉模式為「同儕評量」的方式，以別人認為對其最有利的方式來衡量自己，而多目標模式係求同時使全體效率最大的虛擬乘數，不獨厚特定的 DMU，算是一種「全體評量」的方式，因此各模式有其分析與解釋之功能影響，而後兩種分析模式經本研究實證其對全體評量有較為客觀超然的立場。

2. 用參考集合次數協助效率值分析

傳統 CCR 模式為了加強鑑別程度，避免發生有效率 DMU 太多而不易判斷優劣的情況，常常藉助對偶模式所求出的 λ_j ，其值不為零時所對應的所有 DMU_j 為受評量單位之參考集合，所以當某 DMU 出現在其他 DMU 參考集合之次數愈多，表示該 DMU 有效率的強度(Robustness)愈強，若有效率的 DMU 不曾出現在其他 DMU 的參考集合中，則屬於「孤芳自賞」型，這種 DMU 可能為外圍值(Outlier)，其效率值為 1，但至少有一差額變數大於零(Andersen, P. & Petersen, N. C., 1993)。

本研究的實證結果如表 4.12，連續二年 CCR 效率指出有效率的 DMU 分別是 B 單位、D 單位、E 單位、F 單位四個單位，而 C 單位二年都為無效且沒有被參考過。由於被參考次數出現愈多表示該 DMU 的效度愈強，E 單位 2000 年被參考 6 次為最多，其次為 F 單位 1999 年被參考 4 次，明顯強度高於其它有效率的 DMU，E 單位 1999 年未被參考出現「孤芳自賞」型的例子。

3. 各種分析模式效率值順序尺度比較

從表 4.12 各種效率的平均值，可看出 A&P 模式及交叉模式評的分數最高、CCR 模式其次、再來是多目標模式分析出效率值最低。就判別力(Discriminating Power)而言，CCR 模式共有 13 個 DMU 的效率值都是 1，效率值本身並無法進一步判別何者更佳，還需額外藉由參考集合次數來判斷，而其它三種效率評量模式的判別能力都比 CCR 模式好，其中 A&P 模式因為是 CCR 模式的延伸，自然可提高判別力，至於後兩種模式，則以較為嚴苛的評量標準來增加判別力。例如：某一 DMU 想得到 1 的效率值，在交叉模式中，必需其它 DMU 都評其為 1 的情況下才可能發生，而多目標模式中，則需同時滿足所有 DMU 效率值的極大化，因此較難達成，在這個模式下，鑑定出只有兩個 DMU(E 單位)是真正有效率，他們在 CCR 模式裡也是被參考次數最多的，突顯了多目標模式的優點，因為該模式只需求解一次，就能得到等同 CCR 效率值加上參考集合分析的判別能力。為了更清楚瞭解四種效率評量模式的異同之處，表 4.13 列出所有 DMU 在各模式下的排名，並做相關分析，以探討四種模式對效率的影響。因為排名後的資料屬於順序尺度(Ordinal Scale)的型態，所以適用斯皮爾曼等級相關(Spearman Rank-Order Correlation)，此相關係數可表達四組等級之間一致的程度。為了更清楚瞭解四種效率評量模式的異同之處。

表 4.12 CCR 效率、A&P 效率、交叉效率、多目標模式效率分析統計表

DMU/模式	CCR 效率	參考集合	被參考次數	A&P 效率	交叉效率	多目標效率
A 單位 2000	1	1	1	1.4081	1.6454	0.5782
B 單位 2000	1	2	1	1.2782	2.5195	0.8547
C 單位 2000	0.8783	2,5,6	0	0.8783	1.1557	0.3202
D 單位 2000	1	4	1	1.4943	0.6397	0.2166
E 單位 2000	1	5	6	1.6979	2.9271	1.0000
F 單位 2000	1	6	3	1.2072	1.8189	0.4909
G 單位 2000	1	7	3	1.9087	1.7565	0.5653
H 單位 2000	1	8	3	1.0486	1.7676	0.5850
I 單位 2000	1	9	1	1.1852	0.4002	0.0426
J 單位 2000	0.9137	7,8,17,21	0	0.9137	0.2668	0.0104
K 單位 2000	0.6044	5,6,17	0	0.6044	0.3531	0.0273
A 單位 1999	0.8700	1,5,13	0	0.8701	1.0479	0.3406
B 單位 1999	1	13	1	1.1327	1.9261	0.6337
C 單位 1999	0.5486	4,5,8	0	0.5486	0.6175	0.1465
D 單位 1999	1	15	1	1.0944	0.5936	0.1679
E 單位 1999	1	16	0	1.1586	2.3186	0.6921
F 單位 1999	1	17	4	1.2808	1.4122	0.3485

DMU/模式	CCR 效率	參考集合	被參考次數	A&P 效率	交叉效率	多目標效率
G 單位 1999	0.9458	5,7,15,21	0	0.9458	1.1463	0.3540
H 單位 1999	0.9651	7,8,17,21	0	0.9701	1.4349	0.4245
I 單位 1999	0.8763	5,6,9,17	0	0.8763	0.3538	0.0096
J 單位 1999	1	21	3	1.4115	0.2114	0.0001

資料來源：本研究收集整理



表 4.13 DMU 在各模式下的排名及相關係數值

DMU/項目	依據 CCR 效率 及被參考次數	依據 A&P 效率	依據交叉效率	依據多目標效率
A 單位 2000	4	5	8	9
B 單位 2000	4	7	2	2
C 單位 2000	9	17	11	13
D 單位 2000	4	3	14	14
E 單位 2000	1	2	1	1
F 單位 2000	3	8	5	8
G 單位 2000	3	1	7	7
H 單位 2000	3	13	6	5
I 單位 2000	4	9	17	17
J 單位 2000	8	16	20	19
K 單位 2000	12	20	19	18
A 單位 1999	11	19	13	12
B 單位 1999	4	11	4	4
C 單位 1999	13	21	15	16
D 單位 1999	4	12	16	15
E 單位 1999	5	10	3	3
F 單位 1999	2	6	10	11
G 單位 1999	7	6	11	10
H 單位 1999	6	14	9	9
I 單位 1999	10	18	18	20
J 單位 1999	3	4	21	21
依據 CCR 效率及被參考次數(相關係數)	1	0.886	0.448	0.432
依據 A&P 效率(相關係數)	0.886	1	0.421	0.422
依據交叉效率(相關係數)	0.448	0.421	1	0.979
依據多目標效率(相關係數)	0.432	0.422	0.979	1

資料來源：本研究收集整理

由表 4.13 內之相關係數可看出四種排名方式可依主、客觀兩型來分別，首先，「依據 CCR 效率及被參考次數」與「依據 A&P 效率」有極高的相關性，因為 A&P 模式乃是 CCR 模式的延伸，兩者在效率值小於 1 的部份，排名都相同。另一方面，交叉效率是同儕評量的作法，而多目標效率則是全體評量方式，所以「依據交叉效率」與「依據多目標效率」都屬客觀的衡量方式，兩者的排名結果較相近，相關係數高達 0.979。若將四種方式的評量結果一起討論，從最低的相關係數為 0.421 得知，各模式的排名呈現的正相關，即表現良好的 DMU 不論在

何種模式，都會有較前面的名次。上述四種模式，由實證結果可以研究分析出「交叉效率」與「多目標效率」之相關係數高達 0.979，為兩種比較佳的分析模式。

4.4.4 CCR 模式及 BCC 模式效率分析及比較

若將整體效率(CCR 效率)予以細分，可發現無效率的來源是缺乏純粹技術效率(BCC 效率)或規模效率，即整體技術效率為純粹技術效率與規模效率的乘積，代表工研院各研究單位的整體研發效率。純粹技術效率指各研究單位在每一年度的投入項目能否有效運用，以達產出最大化或投入最小化，其值表示投入要素在使用上的效率，而規模效率則是代表各研究單位在每一年度中，產出與投入的比例是否適當，亦即是否達到最大生產力，其值越高表示規模愈適合，生產力也越大。

由表 4.14 可看出無效率的原因完全來自缺乏純粹技術效率，有 C 單位 2000、K 單位 2000、A 單位 1999、D 單位 1999、G 單位 1999 及 H 單位，表示這些 DMU 的投入不能有效使用，而完全來自規模無效率的有 C 單位 2000、J 單位 2000、K 單位 2000、A 單位 1999、C 單位 1999 及 I 單位 1999 等六個。此外，在純粹技術效率和規模效率都缺乏的情況中，C 單位 2000、A 單位 1999、C 單位 1999 無整體技術效率的原因來自缺乏純粹技術效率的傾向大於規模無效率，即相對的整體技術效率低與沒有達到最適生產規模較無關係，而 K 單位 2000 正好相反，規模無效率的現象比較嚴重。凡是規模無效率者，其規模報酬可能是遞增或遞減的狀態，詳細的改善建議請參考後面的分析。

表 4.14 CCR 效率、BCC 效率、規模效率統計表

DMU/項目	CCR 效率	BCC 效率	規模效率
A 單位 2000	1	1	1
B 單位 2000	1	1	1
C 單位 2000	0.8783	0.9244	0.9501
D 單位 2000	1	1	1
E 單位 2000	1	1	1
F 單位 2000	1	1	1
G 單位 2000	1	1	1
H 單位 2000	1	1	1
I 單位 2000	1	1	1
J 單位 2000	0.9137	1	0.9137
K 單位 2000	0.6044	0.8184	0.7385
A 單位 1999	0.8700	0.8808	0.9877
B 單位 1999	1	1	1

DMU/項目	CCR 效率	BCC 效率	規模效率
C 單位 1999	0.5486	0.5902	0.9295
D 單位 1999	1	1	1
E 單位 1999	1	1	1
F 單位 1999	1	1	1
G 單位 1999	0.9458	0.9458	1
H 單位 1999	0.9651	0.9651	1
I 單位 1999	0.8763	1	0.8763
J 單位 1999	1	1	1

資料來源：本研究收集整理



4.4.5 規模報酬分析

CCR 模式是在假設固定規模報酬下求算各 DMU 的相對效率值，在此情況下，DMU 的無效率營運可能是源自於不同規模報酬的營運，當規模效率值等於 1 為固定規模報酬，而不為 1 時，規模報酬可能遞減或遞增，且其值與 1 的差距愈大，表示遞減或遞增的情形愈明顯，依據第參節第二段的判斷原則，發現全部 DMU 只有固定和遞增兩種規模報酬，並無出現遞減的例子，其中，遞增的 DMU 由於產出增加率大於投入增加率，可積極擴充員工人數、資本支出及業務支出，用於工研院研究單位的研發投入。

若依研發單位別區分，C 單位二年、J 單位 2000、K 單位 2000、A 單位 1999 及 I 單位 1999 都處於規模報酬遞增，換句話說，一直在小於最適規模狀態下從研究發展，其中 K 單位 2000 遞增程度為最大、其次為 I 單位 1999。K 單位在 1999 年中成立，扮演我國未來生物科技產業技術及人才培訓重要地位，故應積極增加員工人數、資本支出及業務支出的投入。

表 4.15 規模報酬分析資料統計表

DMU/項目	CCR 效率	規模效率	P	規模報酬
A 單位 2000	1	1	0	固定
B 單位 2000	1	1	0	固定
C 單位 2000	0.8783	0.9501	0.1286	遞增
D 單位 2000	1	1	0	固定
E 單位 2000	1	1	0	固定
F 單位 2000	1	1	0	固定
G 單位 2000	1	1	0	固定
H 單位 2000	1	1	0	固定
I 單位 2000	1	1	0	固定
J 單位 2000	0.9137	0.9137	0.2916	遞增
K 單位 2000	0.6044	0.7385	0.4036	遞增
A 單位 1999	0.8700	0.9877	0.0383	遞增
B 單位 1999	1	1	0	固定
C 單位 1999	0.5486	0.9295	0.0866	遞增
D 單位 1999	1	1	0	固定
E 單位 1999	1	1	0	固定
F 單位 1999	1	1	0	固定
G 單位 1999	0.9458	1	0	固定
H 單位 1999	0.9651	1	0	固定
I 單位 1999	0.8763	0.8763	0.2213	遞增
J 單位 1999	1	1	0	固定

附記：規模報酬判別方式：當上表 $p < 0$ 為規模報酬遞減、 $p = 0$ 為規模報酬固定、當 $p > 0$ 為規模報酬遞增。

資料來源：本研究收集整理

4.4.6 分析討論

工研院研發績效評量以投入產出的比率方法找出各研究單位之相對效率，而影響評量成果最重的投入產出值的選取，本研究以專家討論及投入產出數據相關係數二階段方式來評選，已符合 DEA 模式分析之程序。而研發績效評量至少可分為執行研發績效評量、研發產出評量及研發效益評量三種階段，而工研院的看法則分為研發前評量、研發中評量、研發結果評量及研發外部效益評量四種階段，本研究定位為研發結果階段的評量或研發產出的評量。本研究為能鑑別各研究單位(跨 2 年共 21 個受評量單位)之研發績效，在分析數據資料中投入為三項、產出為四項共計七項，藉由參考集合以及再加上三種改良型的 DEA 評量模式，更能清楚鑑別各單位之研發績效(如表 4.12、表 4.13)；並藉此探討比較四種 DEA 評量模式在實際應用之優缺點。從本研究實證中可得知，不論 A&P 模式或 CCR 模式，都是「自我評量」的作法，其有效率的原因乃是採用對本身有利的專屬虛擬乘數，評量方式較為主觀；在本實證個案，A&P 模式與 CCR 模式的 DMU 排名相關係數為 0.886。而交叉模式為「同儕評量」的方式，以別人的乘數值來衡量自己，多目標模式則求算共同投入產出乘數，不獨厚特定 DMU，為「全體評量」的方式，在本實證個案，交叉模式與多目標模式的 DMU 排名相關係數次高有 0.979，因此「交叉模式」與「多目標模式」兩種模式有較為客觀超然的立場。CCR 模式針對有效率的 DMU，從效率值本身無法進一步判別何者更佳，還需藉由參考集合來判斷，而其它三種模式的判別力都比 CCR 模式好，其中 A&P 模式是 CCR 模式的延伸，自然可提高判別力，至於後兩種模式，則以較為嚴苛的評量標準來增加判別力。而從四種模式的 Spearman 等級相關係數最低為 0.421 得知，排名結果呈現高度正相關，即表現良好的 DMU 不論在何種模式，都會有較前面的名次；在判別力方面，多目標模式鑑定只有一個 DMU(E 單位 2000)是真正有效率，而他們在 CCR 模式裡也有最多被參考次數，突顯了多目標模式的優點，因為該模式只需求解一次，就能得到等同 CCR 效率值加上參考集合分析的判別能力。

本研究也發現工研院各研究單位的規模都太小(如表 4.14、表 4.15)，各研究單位人數最多不超過 900 人平均約為 450 人，年度預算支出則不超過 40 億平均約為 10 億(如表 4.1、4.2、4.3)，加上技術領域分散相比則相較不足，故如何整合內部資源及運用外部資源(如研發策略聯盟、共同合作開發新技術、技術相互授權、國際合作等)擴大研發綜效為工研院需要重視的議題。

4.5 結論與建議

近二十年來台灣產業成功轉型朝高科技相關產業(電子及資訊產業)發展，工研院在

台灣高科技產業的技術研發及技術移轉扮演重要角色。本研究以資料包絡分析法(DEA)評量工研院七個研究所及四個研究中心之研發績效，而績效在本研究中係以「成本效能，Cost Effectiveness」面的 DEA 效率值作代表。此一方法除了能評比效率外，也提供相關資源分配及管理的改善建議，由於可提供豐富管理資訊，有別於傳統財務績效及單一指標的評比。本研究希望能予工研院內部相互客觀的比較，檢視比較過去投入產出改進其績效評量之建議，以重新面對國內、外技術快速的發展，最主要是提供另一種比較客觀有效率之研發績效評量模式供政府單位、研發單位與企業集團評量其經營績效之用。下面依序提出本實證研究個案之結論、建議及研究限制。

4.5.1 結論

1. 研發績效評量結果

CCR 模式或 A&P 模式，都是「自我評量」的結果，工研院經營績效較好的 DMU 有 E 單位 2000、G 單位 2000、D 單位 2000、F 單位 1999 及 J 單位 1999；較差的 DMU 有 K 單位 2000 及 C 單位 1999。交叉模式為「同儕評量」及多目標模式「全體評量」的結果，工研院經營績效較好的 DMU 有 E 單位 2000、B 單位 2000、E 單位 1999 及 B 單位 1999；較差的 DMU 有 J 單位 1999、I 單位 1999、J 單位 2000、K 單位 2000。

2. 無效率來源

從 CCR 及 BCC 模式分析結果，得知造成 C 單位 1999 及 C 單位 2000 無效率來源，是整體效率較低(CCR 效率)的原因都為技術效率及規模效率過低，其中技術效率低的影響勝過規模效率的影響；在規模效率方面最低為 K 單位 2000、其次為 I 單位 1999 及 2000；在技術效率方面最低為 C 單位 1999、其次為 K 單位 2000 及 A 單位 1999。

3. 規模報酬分析

在受評量工研院 21 研究單位(兩年度)之規模報酬，只有固定和遞增兩種，並無出現遞減的例子的確有擴大規模的空間，其中規模報酬遞增效果最大為 K 單位 2000、其次為 J 單位 2000、I 單位 1999 及 C 單位 2000；其中有 15 研究決策單位規模報酬為固定。

4.5.2 建議

從相關文獻及工研院內部高階主管訪談中，瞭解工研院高階經營管理階層非常重視研發績效的評量，此包括外部績效與內部管理績效，因此過去也有過聘請國外專家學者協助進行內部的績效評量，基於工研院之使命、任務與定位，其績效評量亦牽涉累積效率及遞延績效，故不易建立有效的整體性評量模式、以及如何選定適用評量指標與公平

的權重，加上研發結果的不確性過高、又怕錯誤評量結果提供不正確訊息，打擊研發人員士氣等諸多因素，故工研院內部尚未製定一套完整之績效評量模式。本研究嘗試以 DEA 模式解決上述問題，並將研究結果客觀呈現，此結果應對工研院在內部管理績效評量上有一定效益、價值與貢獻。

1. 對工研院的建議

在規模報酬為固定規模報酬的研究單位高達 15 研究單位，為能提昇工研院整體研發成果應加強員工生產力的提昇(在職教育與訓練)、資本支出及業務支出有效的運用及管制。

對技術無效率單位，可詳細分析是為員工人數、資本支出或業務支出的無效率，以利管理決策之用(如 C 單位 1999 及 C 單位 2000)。受評量單位屬於規模無效率，而又為國家現今政策急需發展之研究單位，應積極擴大該研究單位之規模(例如 K 單位 2000)，以擴大來加速提昇研發效果。

本研究建議工研院對此研究的結果與發現，可透過內部經營管理會議，深入探討內部評量工作，將評量結果考量外部環境變動，以做為工研院經營績效與資源投資之管理決策參考。另外有關新成立的研發單位如晶片中心等，應儘速完成各項投入及產出資訊的蒐集建立，以利未來研發成果評量工作的執行，以更精確之結果來調整資源分配運用與經營策略。

2. 對後續研究的建議

DEA 模式用於實證研究工研院績效評量時，因內部資料取得不易及 DMU 較少，為了擴充 DMU 個數只能縱向發展，蒐集更多年的相關資料來進行。本研究因為資源有限，所以選擇的年度較少，選擇的投入產出項目亦不多，建議其他有專案支持或資源的研究學者，若有足夠之人力、物力、財力，取得工研院高層支持後，在進行實證工研院的後續績效評估研究，可擴大 DEA 的實証規模，即選擇更多年度的資料，以使效率趨勢的變化能更清楚地呈現，在 DMU 數目增加的情況下，也可嘗試更多的投入產出項目。另外工研院與政府皆鼓勵整合計劃，其運用在前瞻計劃、關鍵計劃與環構計劃之 DEA 的實証也會有很大意義，無論是對工研院或經濟部與國科會，國內相關財團法人研究機構皆可以參考學習與作為標竿分析之對象。

4.5.3 研究限制

1. 資料取得

DEA 必須基於所能取得之資訊才能進行分析的方法論，運用在研發機構評量時，常因涉及技術機密及內部資訊管理問題，無法得到最適當的投入產出資料。本研究已盡力取得工研院內部之績效資料進行分析，但仍有研發造成產業經濟效益等資料無法獲得之遺憾。

2. 投入與產出項目的選擇

運用 DEA 模型評量績效是否能反應出影響績效的關鍵，受到所選擇的投入項目與產出項目影響極大。在選擇投入及產出項目時，一方面需要尊重受評量機構管理決策階層的專業意見；另一方面，也受限於希望蒐集的資料是否存在或可行的限制。

此外，一味地把可能蒐集到的資訊全部仰賴 DEA 模型去分析，未必投入或產出項目多就會有更好的結果。假設影響績效最重要的投入因素只有三項，此時若選擇了七項投入因素，對於 DEA 模型而言，並無法分辨前三項的重要性高於後四項，因此前三項因素與後四項因素加入後在 DEA 模型中的影響力反而被稀釋。因此，分析結果有可能因此而受到扭曲。所以本研究的心得是建議寧願投入與產出項目較少而重要，不願較多而失去重點。

運用 DEA 模型進行績效評量有一經常受到質疑的問題：「投入造成產出的時間落差」。例如研發投入的效果可能不會在當年即呈現出來，甚至其效果會影響後續數年的產出。例如甲單位在第一年大量投入研發，然而第二年僅少量投入研發卻受惠於前一年的投入，而在第二年產出大增。DEA 模型自然呈現出第二年績效較第一年優異的結果。因此，只要是同一單位各年度績效之比較，由於投入影響可能散見於各年度，倒也不必追究某一年的產出到底是受到那一年投入之影響，因為投入之貢獻總是由投入單位受益。

當不同單位進行績效評量時，甲單位第一年大量投入研發但專利卻於次年獲得，因此甲單位第一年之績效實不如未投入研發之乙單位，但第二年甲單位優於乙單位之績效即能顯現。因此，即使投入之影響有遞延效果時，DEA 模型仍有其彰顯各單位在一較長時間整體績效的功能。此外，當 DEA 評量績效能考量好幾個年度時，且各年度各單位投入項目數值並沒有例外的特殊情況發生，則此遞延效果即能較平均地散佈於各年度之中，因此對 DEA 模式之影響也就較不明顯。

3. DEA 分析模型解釋意義的限制

工研院研發成果牽涉之層面極廣，且受經濟景氣循環、資源分配運用及研發遞延效果的影響，各種研發指標的成因往往相互影響，所以並不容易釐清。而 DEA 模式的評量方法，係以投入產出項目解釋各研究單位的研發成果及相對績效，難免把整個績效問題作了相當程度的簡化。

評量各單位的績效是一個社會科學的管理問題，任何模式都僅是提供某一個層面的看法，不能指望有如自然科學能求出績效的絕對真理或最佳解。我們可運用 DEA 模型針對某一組選定的投入項目或與產出項目進行分析，得出對各單位績效比較的一些瞭解。若是採用不同組合的投入與產出項目進行分析，可能會得出不一樣的比較結果。這不代表 DEA 模型不可靠，乃是「績效」並非固定不變的一個「常數」，而是由不同角度視之會呈現不同面貌的「變數」，此為運用 DEA 模型應有的認識。

4.5.4 未來研究方向建議

後續學者要運用 DEA 模式進行大型研發機構績效評量，建議將可能影響績效的因素進行迴歸分析與因果檢定。在撰擇投入與產出的變數時，可透過皮耳森相關數高低來加以取捨。建議也進行敏感度分析，逐次增加或減少變項，來加以精密複核，如此可增加 DEA 評量結果的有效性。未來探討投入項之間與產出項之間的獨立性，可引入交互影響要因之非加法型投入產出 DEA 模式、模糊積分模型、或類神經網絡模式及過去五年來許多研究 DEA 數學模型與理論學者，已經研究開發出許多新的理論但未應用於實證研究，建議可以採用來實證應用研究是否適合處理此類問題。



第五章 實證研究：研發組織績效指標分析以工研院為例

研發組織之績效分析，一般多由管理者主觀決定，未能對多種績效類別的相對重要性進行總體衡量及分析。研發機構中不同的部門、不同的工作類型、不同技術領域與面對不同產業與客戶其對各類績效認知與相對的重要性亦有差異，以致於在研發機構未能有一個眾人皆有共識皆能接受的衡量指標與機制，來協助研發組織提升研發績效。本研究運用層級分析法“Analytic Hierarchy Process, AHP”以工研院為實證個案研究對象，首先訪談工研院中高階研發與營運主管，再針對各單位主管進行問卷，最後再輔助第二階段針對工研院最高層的經營團隊為主的問卷與訪談，目的在建構工研院績效評量指標之權重。

工研院年度績效管理以 13 項指標作為評量標的，此 13 項研發績效指標可分為智慧財產權、技術服務及一般服務三大類。問卷及訪問的對象包括工研院 7 個研究所、4 個研究中心、院本部、技術轉移中心、以及經資中心共 14 個單位。每單位發出 15 份問卷共計 210 份，回收 158 份，有效問卷 133 份。第一階段問卷研究結果顯示不同研發單位、不同研發群組、不同工作類型、服務不同產業與客戶、以及不同工作年資的受訪者，在工研院以發展前瞻技術為策略方向後，都比較重視「智慧財產權」(相對權重或相對重要性較高)，其次為技術服務，最低則為一般服務。研究結果顯示 13 種研發績效指標相對權重最高者為專利獲得(0.325)、其次為論文發表(0.098)、最低則為科技展覽及定期刊物出版(0.021)。在變異數分析方面，顯示不同的研究單位對智慧財產權、一般服務、專利獲得、工業技術服務、人員代訓、舉辦研討會六項研發績效指標之認知權重有明顯之差異。經研究深入分析討論，得知專利之能獲得各單位之認定很重要，是因為專利最能表現研究機構之價值及工研院獎勵發明創新有關，例如工研院的專利，可以用來與國內外研發機構企業進行交互授權，以最少成本創造最大價值，因此大家有共識認為智慧財產權(專利)是技術合作、技術移轉與未來獲得資源最重要的籌碼與工具。本研究結果再經過第二階段工研院最高經營團隊以問卷與訪談後的結果，歸納確認本實證研究結果與工研院高階管理決策者期望、發展目標與策略一致，使得本研究不論就實務與理論模型的建立，均有實質貢獻與價值，故此研究可作為類似研究單位或非營利學術研究機構之參考。

5.1 個案研究目的

工研院對產業服務之效益追蹤非常重視，雖有個別計畫或技術開發的評估機制，但針對全院各所及研究中心之績效評估則相對付之闕如(史欽泰,1998)，主要是因為缺乏一套全體員工均可接受的績效評估模式，如第四章所述。目前在經營效率之績效評估方面已有研究可運用 DEA 法評量，但在技術面評估指標及權重選定是以專家意見為主要參考依據，相對缺乏嚴謹之學理基礎與客觀數量資訊來衡量，也不易與目標暨策略管理結

合。本實證研究就是要找出適當的績效指標權重，一方面供工研院建立績效管理評量之參考，也貢獻學術研究參考。

本研究目的在研究如何建立一個有效益的績效指標與模式，程序上是透過高層研發與管理決策人員之問卷與專家訪談，分析出工研院對經營績效指標相對重要性之看法，研究過程除問卷與訪談外，分析方法上運用層級分析法(AHP)對工研院各階層及不同工作性質員工進行問卷分析，分析的標的以工研院過去已建立的績效管理的 13 項評估指標為主。本研究問卷對象包括工研院 11 個研究所與中心、院本部、技術轉移中心、及經資中心等，受訪者皆為高階管理人員、資深研發工程師或高階行政主管人員，共計發出 210 份，回收 158 份，有效問卷計有 133 份，有效問卷回收率達 63.3%。研發評估可分為研發前評估、研發中評估、研發結果評估及研發成果追蹤評估四個階段，本研究定位為研發結果之績效指標相對重要性分析。並以單因子變異數分析(One Way ANOVO)，探討工研院不同工作單位、不同工作性質及不同工作年資人員，對績效指標及權重之認知是否有差異性。

5.2 運用層級分析法特性及應用範圍

層級分析法“Analytic Hierarchy Process, AHP”，是由 Saaty 教授(1971, 1977, 1980)提出，適宜解決多評量準則的決策問題，現今已被廣泛應用來處理各領域中多評量準則方案的選取及資源的分配(Saaty, 1980; Zahedi, 1986)。運用層級分析法進行分析研究時必須考量許多構面，其評量指標有多個且為層級性(Kerzner, 1989)；許多學者專家曾採用 AHP 法處理相對重要性(權重)評量問題。AHP 法也有助於描述較高層級要素對低層要素的影響程度，對整個系統的結構面及功能面提供詳細的整體描述，比直接評量整個系統來得有效率、穩定且有彈性(Perez, 1995)。國內學者劉春初(1998)利用 AHP 法作為效率評量相對重要性(權數)之設定；王乃弘(2000)也利用 AHP 法分析民眾偏好醫院類型之研究，探討民眾偏好之選擇要素；汪美香、許溪南(2000)利用 AHP 法對複雜的評量準則進行整體分析比較，以期幫助管理階層制訂決策。

5.3 建立工研院績效評估模型

5.3.1 工研院研發績效指標

工研院研發績效指標共計有 13 項，包括：(1)國內外專利獲得件數；(2)期刊論文及研討會論文篇數；(3)研究報告篇數(包括技術、調查及訓練三類報告)；(4)技術移轉件數(包括成果移轉及先期授權)；(5)技術合作開發家次(包括合作研究與先期參與)；(6)外界委託研究家次；(7)委託外界研究件數(包括學界、業界及研究機構三類)；(8)技術引進項次(包括技術授權、技術合作、專利授權、顧問諮詢及其他)；(9)工業技術服務項次；(10)人員代訓人次；(11)研討會場次(包括科專計畫及非科專計畫)；(12)科技展覽；(13)以及

定期性刊物。因為上述指標之落實可以呈現讓工研院展現其目標與經營方針之績效，此包括可以對外界展現出工研院成果效益與技術指標，例如工研院 2000 年在美國獲取專利件數在包括 IBM、日本 Sony、韓國 Samsung、德國 Siemens 等競爭下排第 77 名；工研院對台灣高科技產業發展與中小企業提升競爭力的貢獻，包括建立新興產業與新創公司，提昇產品附加價值與國際競爭力、另外工研院透過各種研究報告與會議之舉辦與參與，積極影響產業政策協助台灣產業發展與轉型等有關工研院投資與產出之經營貢獻與績效，詳如第三章。

5.3.2 建立研究模式

本研究運用 PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Number) 的方法及概念 (NASA PATTERN, 1965, 1996; Tzeng, 1977; Tzeng & Shiau, 1987; Tzeng, et al., 1992; Tzeng and Teng, 1994; Tang, et al., 1999)，針對工研院研發績效指標建立多目標多準則之評量模型。模型建立的步驟有三：(1)工研院研發情境的描述；(2)建立多評準構面與評量準則的關連樹狀結構；(3)進行問卷設計、調查及評量。首先經由工研院等專家腦力激盪與討論，針對工研院研發績效指標，檢討以往問題的認知與經驗，以及習慣領域的應用，產生對本研究架構的認知及看法。然後參考工研院現行研發績效指標的分類及作法，擬定本研究應達到以下三個評準構面的目的(1)智慧財產權評準構面；(2)技術服務評準構面；(3)一般服務評準構面。在智慧財產權評準構面主要包括專利獲得、論文發表及研究報告等三項評估準則；在技術服務評準構面則包括技術移轉、技術合作開發、外界委託研究、委託外界研究及技術引進等五項評估準則；在一般服務準則評準構面包括工業技術服務、人員代訓、研討會、科技展覽及定期性刊物等五項評估準則。針對架構模型，第一層為本研究之目的，第二層級為研發績效指標評準構面；第三層級為研發績效指標評量準則，此模型係以層級式的來建構分析工研院績效衡量指標權重之多層級、三構面及十二評量準則的決策評量模型如圖 5.1。

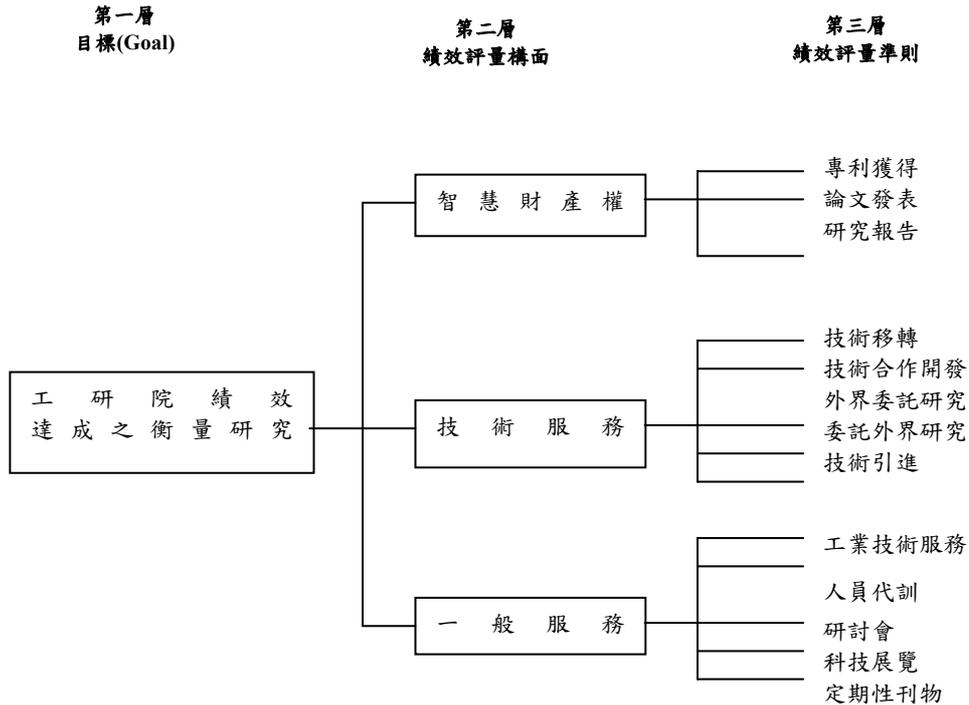


圖 5.1 工研院績效達成衡量指標之評準階

5.3.3 衡量相關系統之權重

衡量相關層級體系及權重之 AHP 法是經由成對比較，依各層級要素間相對之重要性而決定其權重(Saaty,1977,1980)。如果有衡量準則或目標(Criteria/Objectives)時，決策者需進行成對比較。成對比較中允許適度之不一致性，Saaty 使用從明目比率得出之成對比較矩陣主特徵向量，來找出不同準則下之相對權重。假設我們希望比較一個有 n 個準則的集合，依照其相對重要性(權重)來比較，假設比較之準則為 c_1, c_2, \dots, c_n ，而權重各為 w_1, w_2, \dots, w_n 。假設 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t$ ，此成對比較可以以矩陣 A 的公式來表達：

$$(A - \lambda_{max} I) w = 0 \quad (1)$$

式(1)說明 A 是經由直覺感認式的判斷認知來作排序之成對比較矩陣。為了得出優先特徵向量，我們需得出每一滿足 $Aw = \lambda_{max} w$ 的 λ_{max} 之 w 的特徵向量。藉由觀察成對比較之判斷排序藉以測試其判斷是否具一致性，因為 $n \times n$ 矩陣 A 中含有 n 個互為獨立之特徵值 λ_j ，且 $j=1, 2, \dots, n$ ，並依其大小順序排列(同主成份分析的概念)， $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ 為 A 矩

陣對角線要素(Diagonal Elements) $\sum_{j=1}^n \lambda_j = \text{tr}(A)$ 的總和， A 矩陣對角線要素為 1，則 A 矩陣對角線要素總和為 n ；因此，只有一個 $\lambda_j = 0$ ($\lambda_j \neq \lambda_{max}$) 從 n 中後者的偏差值即是一致性之衡量，舉例來說： $C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ ，(C.I.)是為接近一致性之指標符合一致性。一般來說，此數值小於 0.1 時，可以滿意我們的判斷(參閱 Saaty, 1997,1980)。在此

問題中，決策分析者必需考量三個構面(如圖 5.1 中的三個構面)：(1)智慧財產權評量構面；(2)技術性服務評量構面；(3)一般性服務評量構面。

5.3.4 問卷之設計

將圖 5.1 所建立之評估階層體系及其體系各層級之要素或準則展現在問卷上，首先針對智慧財產權、技術性服務、及一般性服務三構面詢問受訪者所認知的相對重要性(權重)。其次再針對「智慧財產權」、「技術性服務」、及「一般性服務」三構面下的各別評量指標再詢問受訪者所認知的相對重要性(權重)。如此可讓受訪者容易瞭解問題、分析各評量指標間的關係，以致於能將各受訪者對各種評量指標相對重要性的關係反應於問卷之中。

5.3.5 受訪問卷對象

本研究問卷對象包括工研院 11 個研發研究所及中心、院本部、技術轉移中心、經資中心共 14 個單位，邀請上述單位高階管理者、資深研發工程師及資深行政人員針對 13 項績效指標之相對重要性回答問卷，共計發出 210 份問卷。受訪者依學歷來區分博士約佔 35%、碩士約佔 55%、其他學歷約佔 10%。受訪者以職務等級來區分，包括所長級(含副所長及中心副主任級)以上約佔 10%、組長級(含副組長)約佔 20%、經理級約佔 30%，正級工程師、正級研究員與正級管理師約佔 25%、其他職務約佔 15%(未註明職級)。本次問卷及挑選受訪對象之考量有二：(1)受訪者對工研院發展目標與策略及研發績效指標應有深入的瞭解；(2)受訪對象所屬單位具代表性。俾使未來研究結果，具有可信性與應用性。經由上述資訊了解，此次參與問卷與受訪對象均為工研院中高階管理與研究主管，使問卷之可信度大幅提升。特別是第二階段問卷訪談以各所副所長與副主任層級以上 85%皆參與，可使本研究之信度與效度大幅提昇與具有代表性。

5.3.6 變異數分析

本研究將問卷內容進行變異數分析，其目的在檢驗不同研發單位、不同工作類型及不同工作年資，對研發績效權重認定的差異性。若有明顯差異之組別，可使用 LSD 法進行 T 檢定來執行組別平均數間的所有成對比較，但不對多重比較的誤差率做任何調整，相當於在每兩群間執行多重的 T 檢定。

5.3.7 研究分析結果再確認

為確保本研究之結果公正合理，且能獲得大多數工研院同仁所接受，將研究採用德爾菲法多回合問卷調查方式，將第一回合問卷分析結果再次請第一回有回覆問卷的工研院一級主管(包括院本部幕僚主管、所長、副所長、中心主任、副主任)批評指教，以使

本研究建議之績效評量指標權重能整合大多數人的觀點而趨於周詳合理，最終成為工研院評估研發績效的參考及依據。

5.4 實證分析及討論

本節主要目的在進行研究實證分析及研究結果討論，其內容包括：第一回合問卷調查與回收情形；回收有效問卷基本資料分析；利用 ECpro 軟體進行工研院研發績效指標權重分析；不同單位對研發績效指標權重看法及認知之變異數分析；進行第二回合研究分析，將第一回合問卷結果寄給工研院本部主管、一二級主管及副主管，主要目的在徵詢各級主管對第一回合問卷分析的結果的看法及意見；最後則是探討本研究結果。

5.4.1 第一回合問卷調查與回收情形

本研究第一回合問卷針對工研院內 14 個單位各發出 15 份問卷，共計發出 210 份問卷，回收 158 份問卷。針對回覆進行一致性檢定，經整理有效問卷計有 133 份，各單位回收之有效問卷詳見表 5.1。

表 5.1 本研究第一回合問卷回收統計表

單位	發出問卷(份)	回收問卷(份)	有效問卷(份)	有效問卷佔全體比例
W 單位	15	12	10	7.5%
A 單位	15	10	8	6.0%
B 單位	15	15	14	10.5%
C 單位	15	7	5	3.8%
D 單位	15	14	12	9.0%
E 單位	15	13	11	8.3%
F 單位	15	15	12	9.0%
G 單位	15	6	3	2.3%
H 單位	15	15	13	9.8%
I 單位	15	15	14	10.5%
J 單位	15	9	8	6.0%
K 單位	15	13	12	9.0%
X 單位	15	7	6	4.5%
Y 單位	15	7	5	3.8%
小計/比例	210	158	133	100.0%

資料來源：本研究收集整理

5.4.2 回收有效問卷基本資料分析

針對有效問卷填寫者之基本資料，進行基本敘述統計分析，包括工作類型分析、工作年資分析。

1. 工作類型分析

有效回覆問卷者依工作特性分類包括：管理類、研發類及行政類。在回收問卷數中

以管理類佔 52.6%最高，其次為研發類佔 38.3%，行政類約佔 9.0%，詳見表 5.2。

表 5.2 有效問卷回覆者工作類型分析表

工作類型	人數(份數)	比例
管理類	70	52.6%
研發類	51	38.3%
行政類	12	9.0%
小計	133	100.0%

資料來源：本研究收集整理

2. 工作年資分析

在工作年資敘述分析方面，研究人員對研發成果績效的認知及評量需要較長的時間，故以工作年資來分類。在回收問卷中年資九年以上約佔 72.9%最高，可見大多為工研院資深之專業主管，應對工研院之使命和管理目標非常熟悉。其次為七至九年及三至五年的工作年資各約佔 8.3%，工作年資一年以下約佔 1.5%，詳見表 5.3。

表 5.3 有效問卷回覆者工作年資分析表

工作年資	人數	比例
一年以下	2	1.5%
一至三年	6	4.5%
三至五年	11	8.3%
五至七年	6	4.5%
七至九年	11	8.3%
九年以上	97	72.9%
小計	133	100.0%

資料來源：本研究收集整理

3. 有效問卷基本資料小結

有效問卷基本資料中在工作類型以管理類比例最高、其次為研發類，由工研院人事昇遷及任用經驗，可得知大部份管理類人員都曾從事研發工作相當長的時間，對研發工作內容及研發績效的認知都相當瞭解。有效問卷基本資料在工作年資分析中有 72.9%有九年以上的工作年資，呼應管理類回收問卷比例佔最多，也驗證有效問卷的受訪者對研發績效評估及指標有相當程度的瞭解。

5.4.3 工研院研發績效指標權重分析

問卷針對各人關於工研院研發績效指標權重(相對重要性)之認定，分別以研究單位來區分、以工作類型來區分、以工作年資來區分、以及單位問卷回覆者較期望的研發績效指標權重。並以工研院 11 個研發單位，外加 W 單位、X 單位、及 Y 單位共區分為 14 個單位，將各問卷資料經由 ECPro 軟體(AHP 法專用軟用)分析各類研發績效構面及指標權重，並將各組每份問卷權重以算術平均數(EXECL 軟體，請參考表 2)求出各組權

重。

1. 各單位反應研發績效指標之權重

依據表 5.4 分析結果顯示，各單位對研發績效評量三大構面之權重看法相當接近，都認為「智慧財產權」構面的權重應最高，其次為「技術性服務」，最低則為「一般性服務」，各單位反應研發績效評量構之權重詳如表 8。僅 I 單位(0.436)及 Y 單位(0.483)認為技術性服務的評量構面高於智慧財產權構面，其餘各單位均認為智慧財產權的評量構為最重要。K 單位認為智慧財產權構面最重要(0.690)、其次為 F 單位(0.650)、W 單位(0.584)、最低為 Y 單位(0.330)。因為在生醫領域智慧財產權是最主要的競爭力所在，以美國大學及其他相關研究機構的 IP(Intelligent Property)主要收入中 80%來自生技專利就是一個事實，台灣之生醫產業正處於萌芽期，因此工研院 K 單位認為智慧財產權最重要。

由於近 2 年來奈米技術(Nano-Technology)在材料、電子等領有重大突破，加上研究機構與廠商在政府領導下極積地規劃，根據工研院最新資訊預估未來 5 年政府將投入 200 億新台幣發展該項技術，因此 F 單位也認為智慧財產權構面極為重要。WW 基於工研院整體技術研發的角度來評量，故也給予智慧財產權構面較高的權重。至於 Y 單位在工研院目前主要業務屬於資訊分析與收集，未來將定位為提供專業資訊與知識服務的單位，目前問卷反映為該單位人員過去主要提供技術服務類之外界委託研究的諮詢顧問與一般服務之定期刊物，相對於本身並不產出智慧財產權，故不願意依技術性質導向之智慧財產權來評量該單位績效，因此反應智慧財產權評量構面權重最低因此反應智慧財產權評量構面權重比較低，指反映該單位目前業務性質之自然現象；惟依據訪談該單位將是工研院未來進行知識時代轉型之重要資源，該單位在知識方面如論文等產出，將會快速成長。

Y 單位反應技術性服務評量構面之權重最高(0.436)、其次為 I 單位(0.483)、最低為 K 單位(0.201)。Y 單位的核心能力是透過其專業知識庫與產業諮詢與分析服務，因此其認為技術性服務評量構面如接受外界委託與協助產業技術引進等等權重應受到重視的理由。航太產業屬於相對比較封閉的產業，由於產品需要國外航太大廠認證才能出售，生產及市場都需要規模經濟，且具有產品量少、種類多等特性，因此 I 單位的貢獻主要在技術引進、與國外技術合作、共同開發、及技術移轉國內廠商，由於本身可以產生原創性技術較少，但是技術服務創造的價值很重要，故 I 單位認為技術性服務評量構面的權重也應比較高。

一般性服務評量構面所有單位均認為權重應最低，僅 X 單位(0.327)認為應高於技術性服務(0.286)。X 單位為工研院以推廣技術服務為主要任務，其角色類似技術行銷部門(負責智慧財產權的管理只要為智慧財產權的管理、規劃、合作、評價、授權及聯盟)，本身並無智慧財產權的產出，目前主要服務的對象以國內廠商為主，故希望一般性服務構面的權重應較高。D 單位於 2000 年執行工業技術服務共計有 57,044 次，佔工研院全

年度的 64.6%，故該單位對一般性服務認定的權重也相當高。

表 5.4 各單位反應研發績效評量構面之權重

組別/權重及排序/項目	智慧財產權(排序)	技術性服務(排序)	一般性服務(排序)
W 單位	0.584 (1)	0.293 (2)	0.123 (3)
A 單位	0.567 (1)	0.356 (2)	0.077 (3)
B 單位	0.566 (1)	0.343 (2)	0.091 (3)
C 單位	0.541 (1)	0.317 (2)	0.142 (3)
D 單位	0.402 (1)	0.326 (2)	0.272 (3)
E 單位	0.381 (1)	0.363 (2)	0.256 (3)
F 單位	0.650 (1)	0.257 (2)	0.093 (3)
G 單位	0.394 (1)	0.378 (2)	0.228 (3)
H 單位	0.594 (1)	0.301 (2)	0.105 (3)
I 單位	0.428 (2)	0.436 (1)	0.136 (3)
J 單位	0.458 (1)	0.412 (2)	0.130 (3)
K 單位	0.690 (1)	0.201 (2)	0.109 (3)
X 單位	0.387 (1)	0.286 (3)	0.327 (2)
Y 單位	0.330 (2)	0.483 (1)	0.187 (3)
總體平均	0.516 (1)	0.332 (2)	0.152 (3)

註：單位有分析計算設定誤差值小於 0.002

資料來源：本研究收集整理

工研院各研究所及中心在研發績效指標權重(相對重要性)調查方面，總平均最高的前五名為專利獲得(0.325)、其次為論文發表(0.098)、研究報告(0.094)、技術合作開發(0.088)、技術移轉(0.083)；科技展覽及定期刊物出版之權重最低(0.021)，各單位反應研發績效指標之權重及排名順序詳如表 5.5 及表 5.6。

表 5.5 各單位反應研發績效指標之權重

組別/權重/項目	智慧財產權			技術性服務					一般性服務				
	專利獲得	論文發表	研究報告	技術移轉	技術合作開發	外界委託研究	委託外研究	技術引進	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	科技展覽	定期刊物出版
W 單位	0.392	0.123	0.073	0.060	0.079	0.048	0.032	0.075	0.035	0.030	0.026	0.018	0.014
A 單位	0.337	0.089	0.141	0.062	0.110	0.098	0.020	0.066	0.030	0.017	0.014	0.008	0.008
B 單位	0.341	0.116	0.108	0.108	0.098	0.050	0.022	0.067	0.030	0.025	0.015	0.010	0.010
C 單位	0.351	0.145	0.044	0.087	0.092	0.041	0.028	0.069	0.030	0.043	0.028	0.022	0.018
D 單位	0.215	0.085	0.102	0.083	0.092	0.063	0.036	0.052	0.107	0.045	0.049	0.039	0.032
E 單位	0.218	0.099	0.063	0.080	0.082	0.061	0.044	0.096	0.087	0.034	0.055	0.036	0.043
F 單位	0.409	0.125	0.117	0.064	0.057	0.055	0.025	0.055	0.032	0.019	0.018	0.012	0.013
G 單位	0.273	0.043	0.078	0.104	0.096	0.101	0.022	0.056	0.128	0.031	0.029	0.023	0.018
H 單位	0.406	0.075	0.113	0.076	0.081	0.054	0.023	0.067	0.037	0.017	0.022	0.014	0.014
I 單位	0.275	0.065	0.088	0.072	0.150	0.080	0.033	0.101	0.052	0.025	0.022	0.020	0.018
J 單位	0.267	0.112	0.080	0.153	0.081	0.096	0.023	0.059	0.058	0.023	0.015	0.014	0.019
K 單位	0.479	0.120	0.091	0.067	0.038	0.027	0.018	0.052	0.037	0.022	0.018	0.016	0.017
X 單位	0.211	0.067	0.110	0.068	0.067	0.076	0.027	0.048	0.068	0.087	0.085	0.050	0.038
Y 單位	0.211	0.065	0.054	0.135	0.112	0.126	0.050	0.060	0.039	0.034	0.033	0.026	0.054
總平均	0.325	0.098	0.094	0.083	0.088	0.064	0.028	0.068	0.052	0.030	0.029	0.021	0.021
排序	(1)	(2)	(3)	(5)	(4)	(7)	(11)	(6)	(8)	(9)	(10)	(12)	(12)

註：單位有分析計算設定誤差值小於 0.002

資料來源：本研究收集整理

表 5.6 各單位(群組)反應研發績效指標權重之順序名次

組別/權 重排序/ 項目	智慧財產權			技術性服務					一般性服務				
	專利 獲得	論文 發表	研究 報告	技術 移轉	技術合 作開發	外界委 託研究	委託外 界研究	技術 引進	工業技 術服務	人員 代訓	舉辦研 討會	科技 展覽	定期刊 物出版
W 單位	1	2	5	6	3	7	9	4	8	10	11	12	13
A 單位	1	5	2	7	3	4	9	6	8	10	11	12	12
B 單位	1	2	3	3	4	6	9	5	7	8	10	11	11
C 單位	1	2	6	4	3	8	10	5	9	7	10	11	12
D 單位	1	5	2	6	4	7	12	8	3	10	9	11	13
E 單位	1	2	7	6	5	8	10	3	4	13	9	12	11
F 單位	1	2	3	4	5	6	8	6	7	9	10	12	11
G 單位	1	8	6	3	5	4	12	7	2	9	10	11	13
H 單位	1	5	2	4	3	7	9	6	8	11	10	12	12
I 單位	1	7	4	6	2	5	9	3	8	10	11	12	13
J 單位	1	3	6	2	5	4	9	7	8	9	11	12	10
K 單位	1	2	3	4	6	8	10	5	7	9	10	12	11
X 單位	1	7	2	6	7	5	9	8	6	3	4	10	11
Y 單位	1	5	7	2	4	3	8	6	10	11	12	13	9
總平均	1	2	3	5	4	7	11	6	8	9	10	12	12

資料來源：本研究收集整理

2. 以群組來區分研發績效指標權重(相對重要性)

由以上的分析可知各單位，由於任務性質不同因此對於績效評量的權重認知有頗大的差異。由於各單位之研發領域的性質與任務有差異，因此本研究將工研院 14 個受評量的單位依其任務性質相近者區分為三群，來分別計算各群認定的平均權重，其中第一群為工研院的主要研發單位，包括 A 單位、B 單位、C 單位、E 單位、F 單位、H 單位、G 單位、及 K 單位；第二群為工研院的技術轉移及工業服務單位，包括 D 單位、J 單位、及 I 單位；第三群為工研院的行政管理及專業服務單位，包括 W、X 單位、及 Y 單位。如此區分的目的是認為工研院各單位不應由同一績效指標權重來進行評量，而應由性質相近單位組成群組所討論出來各別的績效指標權重來接受評量。

這三群對於三大績效構面的看法具有一致性，都認為財產權構面之權重應最高、其次為技術性服務、最低則為一般性服務詳見表 5.7。

表 5.7 以群組反應研發績效評量構面之權重

組別/權重及排序/項目	智慧財產權(排序)	技術性服務(排序)	一般性服務(排序)
第一群平均	0.568 (1)	0.305 (2)	0.127 (3)
第二群平均	0.425 (1)	0.392 (2)	0.183 (3)
第三群平均	0.467 (1)	0.336 (2)	0.197 (3)

註：單位有分析計算設定誤差值小於 0.002

資料來源：本研究收集整理

在研發績效指標方面，第一群工研院的主要研發單位，認為績效指標權重最高應是專利獲得(0.364)、其次為論文發表(0.105)、研究報告(0.099)，最低則為科技展覽及定期刊物出版(0.017)；第二群為工研院的技術轉移及工業服務單位，認為績效指標權重最高

應是專利獲得(0.364)、其次為技術合作開發(0.113)、技術移轉(0.095)，最低則為定期刊物出版(0.023)；第三群為工研院的行政管理及一般服務單位，認為績效指標最高應是專利獲得(0.297)、其次為論文發表(0.093)、技術合作開發(0.083)，最低則為科技展覽(0.029)。從上述研究分析結果得知各群在研發績效指標權重方面，已能反應各自性質之不同而呈現出差異，詳如表 5.8 及表 5.9。

表 5.8 各群組反應研發績效指標之權重

組別/權重/項目	智慧財產權			技術性服務					一般性服務				
	專利獲得	論文發表	研究報告	技術移轉	技術合作開發	外界委託研究	委託外界研究	技術引進	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	科技展覽	定期刊物出版
第一群	0.364	0.105	0.099	0.079	0.078	0.056	0.025	0.067	0.044	0.024	0.024	0.017	0.017
第二群	0.252	0.083	0.091	0.095	0.113	0.078	0.032	0.074	0.073	0.032	0.030	0.026	0.023
第三群	0.297	0.093	0.079	0.080	0.083	0.074	0.035	0.064	0.045	0.047	0.045	0.029	0.031

註：單位有分析計算設定誤差值小於 0.002

資料來源：本研究收集整理

表 5.9 各群組反應研發績效指標權重之排名順序

組別/權重排序/項目	智慧財產權			技術性服務					一般性服務				
	專利獲得	論文發表	研究報告	技術移轉	技術合作開發	外界委託研究	委託外界研究	技術引進	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	科技展覽	定期刊物出版
第一群	1	2	3	4	5	7	9	6	8	10	10	11	11
第二群	1	5	4	3	2	6	9	7	8	9	10	11	12
第三群	1	2	5	4	3	6	10	7	9	8	9	12	11

資料來源：本研究收集整理

5.4.4 研發績效指標重要性之變異數分析

1. 以單位為組別研發績效指標權重(重要性)之變異數分析

經由 SPSS 軟體計算各單位員工針對研發績效指標權重之變異數分析結果如表 5.10，不同單位對智慧財產權、一般性服務、專利獲得、工業技術服務、人員代訓、以及舉辦研討會之六項研發績效指標之認知權重有明顯之差異。上述六項研發績效指標權重有明顯組別差異，使用 LSD 法進行 T 檢定來執行組別平均數間的單位有成對差異檢定比較，結果如表 5.11。其中組間差異次數最多為舉辦研究會(56 次)、其次為一般性服務(52 次)、工業技術服務(50 次)、較低為專利獲得及人員代訓(32 次)。在上述六項研發績效指標，以 X 單位差異次數最高為(41 次)、其次為 D 單位為(38 次)，這代表 X 單位及 D 單位問卷結果和其它單位結果差異性非常大。

表 5.10 工研院不同研究單位的研發績效指標權重之變異數分析結果統計表

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
智慧財產權	組間	1.571	13	0.121	2.277	0.010***
	組內	6.317	119	0.053		
	總和	7.888	132			
技術性服務	組間	0.656	13	0.051	1.180	0.302
	組內	5.089	119	0.043		
	總和	5.745	132			
一般性服務	組間	0.707	13	0.054	4.165	0.000****

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
	組內	1.553	119	0.013		
	總和	2.260	132			
	組間	0.992	13	0.076		
專利獲得	組內	3.755	119	0.032	2.418	0.006****
	總和	4.747	132			
	組間	0.084	13	0.006		
論文發表	組內	0.756	119	0.006	1.016	0.441
	總和	0.840	132			
	組間	0.072	13	0.006		
研究報告	組內	0.795	119	0.007	0.828	0.630
	總和	0.866	132			
	組間	0.083	13	0.006		
技術移轉	組內	0.536	119	0.005	1.412	0.164*
	總和	0.618	132			
	組間	0.109	13	0.008		
技術合作開發	組內	0.828	119	0.007	1.200	0.288
	總和	0.937	132			
	組間	0.073	13	0.006		
外界委託研究	組內	0.432	119	0.004	1.540	0.113*
	總和	0.505	132			
	組間	0.009	13	0.001		
委託外界研究	組內	0.091	119	0.001	0.931	0.524
	總和	0.100	132			
	組間	0.036	13	0.003		
技術引進	組內	0.596	119	0.005	0.554	0.886
	總和	0.632	132			
	組間	0.097	13	0.007		
工業技術服務	組內	0.352	119	0.003	2.517	0.004***
	總和	0.449	132			
	組間	0.030	13	0.002		
人員代訓	組內	0.101	119	0.001	2.717	0.002***
	總和	0.131	132			
	組間	0.042	13	0.003		
舉辦研討會	組內	0.090	119	0.001	4.27	0.000****
	總和	0.131	132			
	組間	0.017	13	0.001		
參加科技展覽	組內	0.070	119	0.001	2.191	0.014****
	總和	0.087	132			
	組間	0.020	13	0.002		
出版定期刊物	組內	0.087	119	0.001	2.049	0.022***
	總和	0.107	132			
	組間	0.020	13	0.002		

註：****此表示有絕對的顯著性差異(顯著性機率小於 0.01)、***此表示有相當高的顯著性差異(顯著性機率介於 0.01-0.05)、**此表示有有點顯著性差異(顯著性機率介於 0.05-0.1) *此表示有稍為一點顯著性差異(顯著性機率介於 0.1-0.2)。

資料來源：本研究收集整理

表 5.11 研發績效指標權重组別間 T 檢定差異次數統計

組別/差異次數/項目	智慧財產權	一般性服務	專利獲得	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	小針
W 單位	2	3	2	3	1	2	13
A 單位	0	3	0	3	2	3	11
B 單位	1	3	0	3	1	3	11
C 單位	0	2	0	2	1	1	6
D 單位	3	9	4	10	4	8	38
E 單位	5	8	4	6	1	9	33
F 單位	5	3	4	3	2	3	20
G 單位	1	0	0	9	1	1	12
H 單位	3	3	4	3	2	3	18
I 單位	2	3	1	2	1	3	12
J 單位	1	3	1	1	1	3	10
K 單位	7	3	6	3	1	3	23

X 單位	2	10	3	0	13	13	41
Y 單位	4	1	3	2	1	1	12
差異次數累計	36	54	32	50	32	56	260

資料來源：本研究收集整理

2. 以群組為組別研發績效指標權重之變異數分析

經由 SPSS 軟體計算各群組針對研發績效指標權重之變異數分析結果如表 5.12，不同群組對智慧財產權、一般性服務、專利獲得、人員代訓、舉辦研討會六項研發績效指標之認知權重有明顯之差異。故採用的研發績效指標權重，各群的組差异性因單位有不同。

表 5.12 工研院不同群組的研發績效指標權重之變異數分析結果統計表

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
智慧財產權	組間	0.539	2	0.269	4.764	0.010**
	組內	7.349	130	0.057		
	總和	7.888	132			
技術性服務	組間	0.178	2	0.089	2.075	0.130*
	組內	5.567	130	0.043		
	總和	5.745	132			
一般性服務	組間	0.123	2	0.062	3.748	0.026
	組內	2.137	130	0.016		
	總和	2.260	132			
專利獲得	組間	0.315	2	0.158	4.625	0.011*
	組內	4.431	130	0.034		
	總和	4.747	132			
論文發表	組間	0.012	2	0.006	0.962	0.385
	組內	0.828	130	0.006		
	總和	0.840	132			
研究報告	組間	0.007	2	0.004	0.544	0.582
	組內	0.859	130	0.007		
	總和	0.866	132			
技術移轉	組間	0.006	2	0.003	0.647	0.525
	組內	0.612	130	0.005		
	總和	0.618	132			
技術合作開發	組間	0.030	2	0.015	2.127	0.123*
	組內	0.907	130	0.007		
	總和	0.937	132			
外界委託研究	組間	0.014	2	0.007	1.869	0.158*
	組內	0.491	130	0.004		
	總和	0.505	132			
委託外界研究	組間	0.002	2	0.001	1.283	0.281
	組內	0.098	130	0.001		
	總和	0.100	132			
技術引進	組間	0.002	2	0.001	0.179	0.836
	組內	0.630	130	0.005		
	總和	0.632	132			
工業技術服務	組間	0.020	2	0.010	3.017	0.052**
	組內	0.429	130	0.003		
	總和	0.449	132			
人員代訓	組間	0.009	2	0.004	4.591	0.012***
	組內	0.122	130	0.001		
	總和	0.131	132			
舉辦研討會	組間	0.007	2	0.004	3.666	0.028***
	組內	0.124	130	0.001		
	總和	0.131	132			
參加科技展覽	組間	0.003	2	0.002	2.712	0.070**
	組內	0.084	130	0.001		
	總和	0.087	132			

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
出版定期刊物	組間	0.003	2	0.002	1.976	0.143 [*]
	組內	0.103	130	0.001		
	總和	0.107	132			

註：****此表示有絕對的顯著性差異(顯著性機率小於 0.01)、***此表示有相當高的顯著性差異(顯著性機率介於 0.01-0.05)、**此表示有有點顯著性差異(顯著性機率介於 0.05-0.1) *此表示有稍為一點顯著性差異(顯著性機率介於 0.1-0.2)。

資料來源：本研究收集整理

3. 以工作類型為組別研發績效指標權重之變異數分析

經由 SPSS 軟體算出不同工作類型的員工針對研發績效指標權重之變異數分析結果如表 5.13，不同工作類型員工對各項研發績效指標認知權重無明顯之差異。

表 5.13 工研院不同研究工作類型的研發績效指標權重之變異數分析結果統計表

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
智慧財產權	組間	0.119	2	0.060	1.000	0.371
	組內	7.768	130	0.060		
	總和	7.888	132			
技術性服務	組間	0.062	2	0.031	0.710	0.493
	組內	5.683	130	0.044		
	總和	5.745	132			
一般性服務	組間	0.015	2	0.007	0.432	0.650
	組內	2.245	130	0.017		
	總和	2.260	132			
專利獲得	組間	0.016	2	0.008	0.222	0.801
	組內	4.730	130	0.036		
	總和	4.747	132			
論文發表	組間	0.048	2	0.024	3.975	0.021 ^{***}
	組內	0.792	130	0.006		
	總和	0.840	132			
研究報告	組間	0.014	2	0.007	1.065	0.348
	組內	0.852	130	0.007		
	總和	0.866	132			
技術移轉	組間	0.001	2	0.001	0.117	0.890
	組內	0.617	130	0.005		
	總和	0.618	132			
技術合作開發	組間	0.006	2	0.003	0.403	0.669
	組內	0.931	130	0.007		
	總和	0.937	132			

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
外界委託研究	組間	0.003	2	0.001	0.368	0.693
	組內	0.502	130	0.004		
	總和	0.505	132			
委託外界研究	組間	0.002	2	0.001	1.476	0.232
	組內	0.098	130	0.001		
	總和	0.100	132			
技術引進	組間	0.019	2	0.009	1.960	0.145*
	組內	0.614	130	0.005		
	總和	0.632	132			
工業技術服務	組間	0.008	2	0.004	1.120	0.329
	組內	0.442	130	0.003		
	總和	0.449	132			
人員代訓	組間	0.001	2	0.001	0.563	0.571
	組內	0.130	130	0.001		
	總和	0.131	132			
舉辦研討會	組間	0.001	2	0.001	0.715	0.491
	組內	0.130	130	0.001		
	總和	0.131	132			
參加科技展覽	組間	0.002	2	0.001	1.247	0.291
	組內	0.085	130	0.001		
	總和	0.087	132			
出版定期刊物	組間	0.001	2	0.000	0.419	0.659
	組內	0.106	130	0.001		
	總和	0.107	132			

註：****此表示有絕對的顯著性差異(顯著性機率小於 0.01)、***此表示有相當高的顯著性差異(顯著性機率介於 0.01-0.05)、**此表示有有點顯著性差異(顯著性機率介於 0.05-0.1) *此表示有稍為一點顯著性差異(顯著性機率介於 0.1-0.2)。

資料來源：本研究收集整理

4. 以工作年資為組別研發績效指標權重之變異數分析

經由 SPSS 軟體算出不同年資的員工針對研發績效指標權重之變異數分析結果如表 5.14，不同工作年資對各項研發績效指標認知權重無明顯之差異。

表 5.14 工研院不同研工作年資的研發績效指標權重之變異數分析結果統計表

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
智慧財產權	組間	0.216	5	0.043	0.715	0.613
	組內	7.672	127	0.060		

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
	總和	7.888	132			
技術性服務	組間	0.213	5	0.043	0.98	0.433
	組內	5.532	127	0.044		
	總和	5.745	132			
一般性服務	組間	0.028	5	0.006	0.321	0.900
	組內	2.232	127	0.018		
	總和	2.260	132			
專利獲得	組間	0.093	5	0.019	0.505	0.772
	組內	4.654	127	0.037		
	總和	4.747	132			
論文發表	組間	0.017	5	0.003	0.527	0.756
	組內	0.823	127	0.006		
	總和	0.840	132			
研究報告	組間	0.020	5	0.004	0.608	0.694
	組內	0.846	127	0.007		
	總和	0.866	132			
技術移轉	組間	0.004	5	0.001	0.146	0.981
	組內	0.615	127	0.005		
	總和	0.618	132			
技術合作開發	組間	0.067	5	0.014	1.964	0.088**
	組內	0.870	127	0.007		
	總和	0.937	132			
外界委託研究	組間	0.015	5	0.003	0.753	0.585
	組內	0.491	127	0.004		
	總和	0.505	132			
委託外界研究	組間	0.005	5	0.001	1.317	0.261
	組內	0.095	127	0.001		
	總和	0.100	132			
技術引進	組間	0.032	5	0.006	1.36	0.244
	組內	0.600	127	0.005		
	總和	0.632	132			
工業技術服務	組間	0.005	5	0.001	0.302	0.911
	組內	0.444	127	0.004		
	總和	0.449	132			
人員代訓	組間	0.003	5	0.001	0.676	0.643
	組內	0.128	127	0.001		

研發績效項次	組別	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
	總和	0.131	132			
舉辦研討會	組間	0.001	5	0.000	0.207	0.959
	組內	0.130	127	0.001		
	總和	0.131	132			
參加科技展覽	組間	0.002	5	0.000	0.533	0.751
	組內	0.085	127	0.001		
	總和	0.087	132			
出版定期刊物	組間	0.003	5	0.001	0.646	0.665
	組內	0.104	127	0.001		
	總和	0.107	132			

註：****此表示有絕對的顯著性差異(顯著性機率小於 0.01)、***此表示有相當高的顯著性差異(顯著性機率介於 0.01-0.05)、**此表示有有點顯著性差異(顯著性機率介於 0.05-0.1) *此表示有稍為一點顯著性差異(顯著性機率介於 0.1-0.2)。

資料來源：本研究收集整理

5.4.5 第二回合問卷分析

為讓本研究之結果能成為工研院評量研發績效可行的做法及參考依據，本研究再次請曾經回覆問卷的工研院的同仁及所有一級主管(包括院本部院長、副院長、幕僚主管、所長、副所長、中心主任、中心副主任、以及曾參與本研究問卷填寫經理級以上之管理者)，針對第一次研究分析結果提出看法及意見。

1. 第二回合問卷調查目的

第二回合問卷調查目的在於徵詢各級主管對第一回合問卷分析的結果的看法及意見，其探討的重點有四：(1)以群組之績效評量權重作為評量各單位績效之權重是否合理？(2)群組績效評量權重是否適合各單位之業務性質？(3)群組績效評量權重有無與同一群中其他單位非常不同之處應特殊考量之因素？(4)建議將目前之群組平均權重乘上「彈性調整係數」，也就是保留一定比例之「彈性調整」權重給工研院院長依各單位特性彈性分配於此權重給工研院最高管理決策者依各單位特性彈性分配於此 13 項績效評量指標權重中，以便從整體工研院發展策略與目標考量各單位之特性或未來發展策略，並請各單位並由各所(中心)管理者提供其比較認同之「彈性調整係數」比例大小之建議。

2. 第二回合問卷回收情形

第二回合問卷總共發出 96 份，有效問卷回收 48 份，約為 51.6%回收率，其中包括工研院院長及副院長、以及 18 位正副所所長或正副中心主任的意見(佔工研院所有一級主管的 75%)，其餘 28 份問卷多為組長或經理級之管理者，詳如表 5.15，詳如表 5.15。

表 5.15 第二回合問卷回收統計表

單位	發出問卷(份)	回收問卷(份)	有效問卷(份)	有效問卷佔全體比例
W 單位	15	10	9	18.8%
A 單位	6	3	2	4.2%
B 單位	6	5	4	8.3%
C 單位	6	3	2	4.2%
D 單位	6	3	3	6.3%
E 單位	6	5	4	8.3%
F 單位	6	5	3	6.3%
G 單位	6	4	3	6.3%
H 單位	6	5	3	6.3%
I 單位	6	4	2	4.2%
J 單位	6	5	3	6.3%
K 單位	6	5	4	8.3%
X 單位	6	3	3	6.3%
Y 單位	6	5	3	6.3%
小計/比例	93	65	48	100.0%

資料來源：本研究收集整理

3. 第二次問卷調查結果分析

(1) 將研究群組之平均績效評量權重作為評量各單位績效之權重是否合理

多數問卷回答者對本研究獲致各群組之平均績效評量權重結果非常認同，而工研院院長高管理決策者認為理想之評量構面分別為 50%、35%、15%，也與本研究分析結果相近。但多數所長或主任均同意評量準則的權重應有彈性，以利產業發展策略。此外並強調讓客戶滿意的外部績效也是應考核各單位績效的重點之一。也有些問卷建議因應研發經費來源的困難、政府補助不足、以及工研院的永續發展，工研院除了應有評量技術績效指標及外部績效指標，也必須強調財務指標。

(2) 「彈性調整係數」比例大小之建議

多數回答問卷者(約 75%)，認為工研院院長高管理決策者對於績效評量權重應擁有的「彈性調整係數」之空間，其比例在 5%到 10%之間為宜(應與各單位主管分別協商如何分配此彈性調整權重)，既能配合工研院未來發展之策略方向，各所(或中心)也能有一套客觀、公正研發績效評量準則權重以便遵循。

5.4.6 討論

若各所(含研究中心)採用個別之研發績效指標而且無相對權重作為績效評量的依據，雖能滿足各單位研發類別特性的需求，但無法在一致性標準上評量各單位之間的相

對績效；本研究產生之各群分析的結果，能滿足各群研發類別的特性需求，群內一致的績效指標權重能比較群內各單位相對績效評量。故本研究建議工研院研發組織績效指標應有三套權重，分別適用三種特性之單位，也保留 5%到 10%的彈性調整空間，以便更能反應同群中性質仍有差異的單位績效評量時之公平性。第二次問卷回收分析結果，普遍被工研院高階及一級主管所接受認同，但也建議應考量外部績效指標以及財務績效指標。

5.5 結論與建議

5.5.1 結論

工研院目前有員工 6000 位左右，其中具有博士學歷約 860 人、碩士約 2300 人，佔員工人數比例高達 52%，現有 7 個不同領域的研究所及 6 個不同領域的研究中心，故長期以來工研院在建立研究績效指標都非常謹慎及嚴格，但缺乏針對研究績效指標權重(相對重要性)作深入之探討。本研究透過多評準決策模式詢問工研院中各單位員工，對於評量權重重要性之認定，歸納出適合工研院採用之績效評量指標權重，經過兩階段問卷與工研院主管階層溝通，已能獲得專家確認，該項研究結果可以呈現與結合工研院各單位需要之內部管理績效評量指標權重。該項績效評量指標權重必須每年依據環境改變，研究單位之營運方針、目標、策略、行動方案與獎勵措施進行必要之調整，使其能真正反映單位的需要。

1. 研發績效指標權重(相對重要性)分析

研究結果顯示研發績效評量指標之三大構面，在不同研發所與不同研發群組兩方面來看，都對智慧財產權有較高的相對權重(相對重要性)的認知及認定，其次為技術服務，最低則為一般服務。在十三種研發績效指標相對權重(重要性)來看研究結果顯示，從全部問卷加權平均分析結果，得知相對權重(重要性)最高的專利獲得約為 0.325、其次依序為論文發表的 0.098、研究報告的 0.094、技術合作開發的 0.088、技術移轉的 0.083、技術引進的 0.068、外界委託研究的 0.064、工業技術服務的 0.052、人員代訓的 0.030、舉辦研討會的 0.029、委託外界研究的 0.028，最低則為科技展覽及定期刊物出版的 0.021。專利、期刊與技術報告獲得相對較高的權重，是因為這些技術產出最能表現研究機構如工研院的價值(前瞻技術研發)與願景，能與國內外研發機構或企業進行交互授權，我國政府 1999 年底立法將智權下放，專利授權將是研究機構增加收入之重要管道。績效評量不應只重視專利申請的數量，也應重視專利的未來價值。

2. 績效指標權重之變異數分析

研究結果顯示各研究單位的員工針對研發績效指標權重之變異數分析，得知不同的研究單位對智慧財產權、一般服務、專利獲得、工業技術服務、人員代訓、舉辦研討會

等六項研發績效指標認知權重有明顯之差異。有差異的六項指標經進行組別平均數間的成對差異檢定比較，從各研究所與中心來看 X 單位及 D 單位和其他單位的差異性最大。在不同群組研發績效指標權重之變異數分析，得知不同群組對智慧財產權、一般服務、專利獲得、人員代訓、舉辦研討會等六項研發績效指標認知權重有明顯之差異。在不同工作類型、不同的工作年資無明顯差異。參考表 5.5 之結果，同時經由第二階段之問卷與訪談，本研究歸納出工研院各單位發展特性為，第一群組為以發展前瞻技術研發為導向，最重視智慧財產權有：K 單位(生技技術與產業)、F 單位與 H 單位(奈米技術)為主要代表，另外 C 單位、B 單位與 A 單位亦相對十分重視智慧財產權故歸為一類，另外 W 因為為領導、策略、控制與協調單位，基於推動全院重視前瞻技術研發之策略，故其在本研究中偏重智慧財產權，可以佐證工研院在推展前瞻技術研發之溝通與共識建立已達成，因為 W 非執行單位，佐證目的已達成，其績效應為依據其領導、策略、控制與協調定位來衡量各群組績效達成率為其管理績效，但不宜列入此群之績效指標權重否則將有誤導之慮。第二群組為 J 單位、I 單位與 Y 單位等以提供相關技術與機會來服務產業界為代表。第三群組為提供各項服務來協助產業更有國際競爭力與轉型之 E 單位、G 單位、D 單位與 X 單位。其中 D 單位相關主管一再表達該單位將朝美國 NIST 之目標努力，未來將協助內部轉型，除現有服務外，更將加強前瞻技術研發與人才養成，俾利配合全院轉型與服務下一階段台灣產業之需求。

5.5.2 建議

1. 研發績效指標權重之採用



第一群雖然從事的研究領域及類型不同，但其研發的目的主要在創造台灣新興與具有國際競爭力的產業，因此該類群之發展策略與做法比較一致，共同特徵為重視開發與掌握未來具有競爭力的智慧財產權，故建議第一群可採用研究結論所得出之研發績效指標權重；其中，因為 K 單位其服務產業智慧財產權就是主要的競爭力所在，另外，F 單位與 H 單位未來技術發展將以奈米技術(Nano-Technology)為重心，智慧財產權之開發與掌握也是主要重點。同時該兩項重點技術，台灣產業需要透過衍生公司或新創公司來建立，故該參所智慧財產權與技術移轉(特別是具有衍生公司或新創公司之技術移轉)權重有必要提高。至於 A 單位、B 單位與 C 單位因為服務產業已由快速成長期轉變至成熟期，智慧財產權、技術服務、一般服務之比例以工研院院長高管理決策者認為理想權重 50%、35%、15%比較恰當。第二群屬於比較傾向技術服務為導向的部門，因為產業需要的是可用而且可靠的技術與商機，其貢獻對產業投資者影響甚鉅，因此建議第二群各單位可以採用問卷調查所得的績效指標相對權重值，作為績效評估指標權重之依據。該群組之 J 單位與 I 單位服務的產業類型類似，應該更加強技術服務與一般服務之比例，智慧財產權之權重可以降低；至於 Y 單位則應該在加強一般服務之比例至於 Y 單位則應該再加強其核心知識能力與價值更高之技術性服務如知識與專業諮詢服務方面，同時針對一般服務方面透過發行定期專業刊物來擴大知名度，重點要提昇形象地位與產業影

響力之比例。第三群主要為提供台灣業界各項服務來協助現有產業轉型或有更具國際競爭力產品開發為導向，該類群之相關單位也適用本問卷調查所得的績效指標相對權重值，作為績效評估指標權重之參考，但因該群組產業差異很大，提供服務需求亦將因台灣產業將轉型，也將有很大改變，因此設定績效指標相對權重之溝通很重要。該群組中 E 單位、D 單位與 G 單位比較相近，因為其服務之廠商，目前均需要轉型與提昇更有技術內涵之產品附加價值，因此有需要提高智慧財產權與技術服務之比重，以因應未來產業發展之需要。至於 X 單位則應該是在技術服務與一般服務再提昇，以符合該單位之定位與未來發展。

2. 研發績效指標權重實務上之彈性運用

本研究也認為即使是屬於同一群組中不同單位，仍有其差異之特性。因此經過第二階段問卷與訪談後，建議工研院可採取目前各群之平均權重乘上 0.90(90%)，做為基本研發績效指標權重，也就是保留 5%到 10%評量權重給工研院院長與各單位一級主管協商調度，以便反應各單位服務不同產業與客戶之特性或未來不同的發展策略，而彈性分配於此十三項績效評量指標權重中。另外針對指標的定義，亦應隨產業升級調整，例如專利應該更重視其創造價值的衡量，論文亦應考量其是否為國際上受肯定之論文，技術服務則因以提供更多新創事業與收入來衡量，如此研發績效指標權重與工研院長高管理決策者發展策略相結合，將具有更顯著的效果。

3. 建議後續研究方向

本研究第一群及第二群研發績效指標之相對權重值，就可進行工研院所屬各研究單位多投入及多產出之績效評量，可作為各單位改進之建議，故建議後續研究可朝此方向進行。或可進一步針對 X 單位及 Y 單位績效指標權重與內涵做為研究標的。另外因為工研院任務為加速發展工業技術，其效益必須經由各項技術落實在台灣產業界之應用，如建立新科技產業、改善產業結構、增強產業國際競爭力及提升環境與生活品質等來彰顯，因此內部經營管理績效除已建議採用 DEA 來規劃，更重要的是如何從工研院產生之外部效益與績效來進一步衡量評估工研院貢獻、價值與未來發展，特別是對產業轉型進入知識產業時代的台灣，從此研究中深深了解，是一個高階經營團隊很重視的問題，此也將是進行研究機構績效評估模式建立，值得相關學者專家繼續深入研究領域與課題。

第六章 實證研究：工研院各單位屬性及研發績效之研究

工研院對台灣高科技產業發展及新科技研發與引進貢獻極大。面對科技競爭全球化、產品生命週期短以及技術跨領域整合與運用之迫切需要，因此必須找出自己的定位，首要步驟就是要知道各研究單位之能力、屬性及定位，並依此評量研發資源投入與研發產出效益之關係，這對工研院擬定長期策略規劃及內部控管都有非常大的影響。本研究運用多變量分析之因子、群落及正準相關分析，試圖解決上述問題。研究結果顯示工研院 13 類研發績效指標可收斂成一般性服務指標、外界委託研究指標、技術移轉與委外研究指標、以及技術引進與合作開發指標四個構面因子。然後再將工研院各單位主管人員對研發績效指標的認知及看法，歸納工研院 14 個單位為技術研發創新型機構、技術前瞻型機構、工業技術服務型機構、技術引進及合作開發型機構、以及資訊服務型機構之五個群落。本研究為瞭解工研院研發投入及研發產出間之關係，應用正準相關分析，探討研發投入及研發產出間的正準相關係數及樣本得點，並利用迴歸分析求得樣本得點之迴歸式。研究結果顯示研發投入(使用強度) U_1 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_1 將會升高 4.134 單位；研發投入(使用強度) U_2 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_2 將會升高 1.049 單位。

6.1 個案研究目的

工研院所屬 14 個研究單位之研究領域與服務對象都不相同，徐基生等(民 91)以工研院 13 個研發產出評量指標為基礎，設計研發績效指標相對重要性問卷(如附件)，針對工研院 14 個單位之員工進行問卷調查，以求取各研發績效指標之相對重要性權重，從現有研發績效指標偏好程度，收斂成四個具代表性之研發評量指標因子向度；並利用主要代表性因子之單位樣本得點，再去探討分析各研究所及研究中心歸屬之群落，以利工研院對不同特性的群落進行研發績效評量及群組策略之擬定。

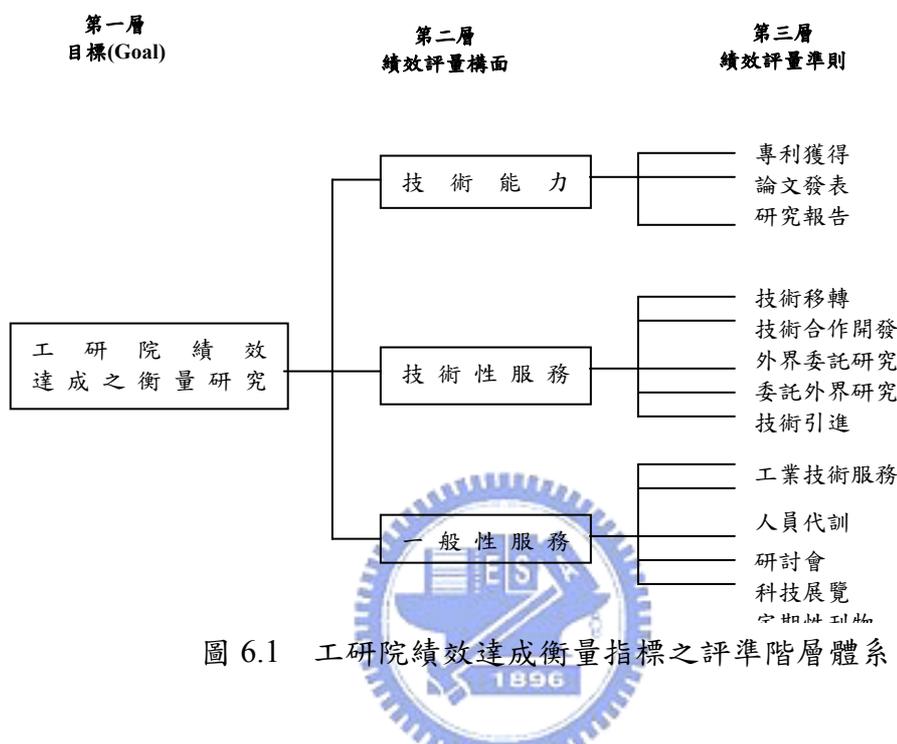
6.2 工研院研發單位屬性分析

為促使工研院各研究單位能達到各自的任務願景，必須區分各自的屬性，以作為各單位研發成果評量的基準。本節主要目的在探討工研院 14 個研發單位之屬性及類型，以供工研院依據各研究單位不同屬性，進行研發績效策略規劃、資源分配與管理、研發執行及考核之參考。

6.2.1 研發績效及評估體系之說明

參考工研院現行研發績效指標的分類及作法，徐基生等(民 91)提出的績效評估模式，包括以下三個評量構面：(1)技術能力構面；(2)技術性服務構面；以及(3)一般性服

務構面。技術能力構面中包括專利獲得、論文發表、及研究報告三項評量準則；技術性服務構面中包括技術移轉、技術合作開發、外界委託研究、委託外界研究、及技術引進共五項評量準則；一般性服務構面中包括工業技術服務、人員代訓、研討會、科技展覽、及定期性刊物共五項評量準則。針對第一層研究目標(Goal)，劃分第二層級績效評量構面，以及第三層級績效評量準則，建構以下衡量工研院績效指標之三層級、三構面及十三評量準則的多目標決策評量模型如圖 6.1。



6.2.2 工研院各單位反應研發績效指標之權重

徐基生等(民 91)對工研院 14 個單位中高階管理者、資深研發工程師及資深行政人員針對 13 項績效指標之相對重要性發出問卷，各單位權重之分佈結果如表 6.1，以此為基礎作為本研究主成份因子分析之數據。

表 6.1 工研院各單位反應研發績效指標之權重

組別/權重/項目	技術能力			技術性服務					一般性服務				
	專利獲得	論文發表	研究報告	技術移轉	技術合作開發	外界委託研究	委託外界研究	技術引進	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	科技展覽	定期刊物出版
W 單位	0.392	0.123	0.073	0.060	0.079	0.048	0.032	0.075	0.035	0.030	0.026	0.018	0.014
A 單位	0.337	0.089	0.141	0.062	0.110	0.098	0.020	0.066	0.030	0.017	0.014	0.008	0.008
B 單位	0.341	0.116	0.108	0.108	0.098	0.050	0.022	0.067	0.030	0.025	0.015	0.010	0.010
C 單位	0.351	0.145	0.044	0.087	0.092	0.041	0.028	0.069	0.030	0.043	0.028	0.022	0.018
D 單位	0.215	0.085	0.102	0.083	0.092	0.063	0.036	0.052	0.107	0.045	0.049	0.039	0.032
E 單位	0.218	0.099	0.063	0.080	0.082	0.061	0.044	0.096	0.087	0.034	0.055	0.036	0.043
F 單位	0.409	0.125	0.117	0.064	0.057	0.055	0.025	0.055	0.032	0.019	0.018	0.012	0.013
G 單位	0.273	0.043	0.078	0.104	0.096	0.101	0.022	0.056	0.128	0.031	0.029	0.023	0.018
H 單位	0.406	0.075	0.113	0.076	0.081	0.054	0.023	0.067	0.037	0.017	0.022	0.014	0.014
I 單位	0.275	0.065	0.088	0.072	0.150	0.080	0.033	0.101	0.052	0.025	0.022	0.020	0.018
J 單位	0.267	0.112	0.080	0.153	0.081	0.096	0.023	0.059	0.058	0.023	0.015	0.014	0.019
K 單位	0.479	0.120	0.091	0.067	0.038	0.027	0.018	0.052	0.037	0.022	0.018	0.016	0.017

組別/權重/項目	技術能力			技術性服務					一般性服務				
	專利獲得	論文發表	研究報告	技術移轉	技術合作開發	外界委託研究	委託外界研究	技術引進	工業技術服務	人員代訓	舉辦研討會	科技展覽	定期刊物出版
X 單位	0.211	0.067	0.110	0.068	0.067	0.076	0.027	0.048	0.068	0.087	0.085	0.050	0.038
Y 單位	0.211	0.065	0.054	0.135	0.112	0.126	0.050	0.060	0.039	0.034	0.033	0.026	0.054
總平均	0.325	0.098	0.094	0.083	0.088	0.064	0.028	0.068	0.052	0.030	0.029	0.021	0.021
排序	(1)	(2)	(3)	(5)	(4)	(7)	(11)	(6)	(8)	(9)	(10)	(12)	(12)

資料來源：本研究收集整理

6.2.3 工研院各研究單位特性因子分析

茲將工研院研發績效指標形態之要因變數，應用主成份因子分析運算(曾國雄，民67)，並採最大變異轉軸法可得因子負荷量，如表 6.2 及因子得點，如表 6.3。各主要因子的之意義可由因子之結構狀態加以說明，按因子之結構得知矩陣代表各變數對因子貢獻程度(正交轉軸下的結構矩陣，亦代表各變數與因子之相關係數)，在分析時原則上取因子負荷量絕值大於 0.5 之變數加以分析，並對因子命名以解釋其意義。

研發績效形態要因變數，經因子分析後可抽出四個較為顯著特性之因子，其累積率達 85.13%，此代表該四個因子足夠說明原有的 13 個研發績效變數。因子的解釋能力由第一個因子的 40.69%說明能力逐次遞減到第四因子 10.81%，各因子的意義則由變數之因子負荷量加以解釋。研發績效評估指標之特性因子，依其影響程度依次為：(一)一般性服務因子、(二)外界委託研究因子、(三)技術移轉與委外研究因子、(四)技術引進及合作開發因子，茲將各因子特性說明如下：

(1)第一因子為「一般性服務因子」

此因子群中樣本得點較高之單位舉辦較多的研討會場次、參加或舉辦的科技展覽次數也較多、代訓產業界的員工較多、出版定期性刊物也較多、以及時常參與或協助工業技術服務。由於主要變數呈現在一般性服務績效評估構面中(如表 6.1)，充份顯示出一般性服務研發績效指標考量最多，故命名為「一般性服務因子」。

因子得點最高的單位為「D 單位」，其工業技術服務最高，人員代訓及研討會也都非常高；「E 單位」及「X 單位」在工業技術服務、科技展覽、定期刊物等研發成果也都非常的高。相反地，其因子得點為負值且絕對值偏高者，如「A 單位」在人員代訓及研討會次數相對較少；「B 單位」工業技術服務最少；「J 單位」在工業技術服務、人員代訓、研討會、科技展覽之次數等都相對較少。

(2)第二因子為「外界委託研究因子」

此因子群中樣本得點較高單位其受外界委託研究次數最高，有較多的技術合作開發次數及技術移轉的家數，顯示較重視外界委託研究的研發專案，故命名為「外界委託研究因子」。

此因子得點較高的單位有「G單位」、「Y單位」、「A單位」在外界委託都明顯相對偏高。相反地，其因子得點為負值且絕對值偏高者有「F單位」、「C單位」、「K單位」。

(3)第三因子為「技術移轉與委外研究因子」

此因子群中樣本得點較高之單位，技術移轉家次最高、其次為委託外界研究及定期性刊物，顯示較重視自行研發、共同研發或引進之技術能夠轉移至國內產業，研發領域既廣又深，依研發專案管理經驗來看，需要委託大學或其他研發機構協助研究，故命名為「技術移轉與委外研究因子」。

此因子群中得點較高的單位有「Y單位」、「J單位」、「C單位」，其技術移轉及委託外界研究都偏高。其因子群中得點為負值且絕對值偏高者有「A單位」及「H單位」。

(4)第四因子為「技術引進與合作開發因子」

此因子群中樣本得點較高單位，其技術引進項次最多，技術合作開發家次也最多，顯示國內在此領域技術研發能力較需藉由國外引進或共同作開發，故命名為「技術引進與合作開發因子」。

此因子得點較高的單位有「I單位」、「E單位」及「W單位」。因子得點為負值且絕對值偏高者有「J單位」、「K單位」及「X單位」。

表 6.2 工研院研發績效指標變數旋轉後因子負荷量矩陣

變數名稱/因子類別	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	共同因子
	一般性服務因子	外界委託研究因子	技術移轉與委外研究因子	技術引進與合作開發因子	
V1 國內外專利獲得(件)	<u>-0.5780</u>	<u>-0.6527</u>	-0.3475	-0.1601	0.9066
V2 期刊及研討會論文(篇)	-0.3211	<u>-0.8242</u>	0.2066	-0.1176	0.8389
V3 研究報告(篇)	-0.1181	0.1246	<u>-0.8540</u>	-0.1792	0.7909
V4 技術移轉(家次)	-0.2471	<u>0.5049</u>	<u>0.6883</u>	-0.3327	0.9005
V5 技術合作開發(家次)	-0.1689	<u>0.6064</u>	0.0747	<u>0.6728</u>	0.8545
V6 外界委託研究(家次)	-0.0106	<u>0.9043</u>	0.2284	-0.0101	0.8701
V7 委託外界研究(件)	0.4142	0.1761	<u>0.6500</u>	0.4641	0.8405
V8 技術引進(項)	-0.1182	-0.0544	0.1224	<u>0.9330</u>	0.9023
V9 工業技術服務(項)	<u>0.5177</u>	<u>0.4854</u>	-0.0112	-0.0856	0.5111
V10 人員代訓(人次)	<u>0.8890</u>	0.0160	0.0380	-0.1704	0.8210
V11 研討會(場次)	<u>0.9857</u>	0.0541	0.0274	-0.0174	0.9756
V12 科技展覽(次數)	<u>0.9782</u>	0.1075	0.1443	0.0073	0.9894
V13 定期刊物(刊數)	<u>0.6672</u>	0.2634	0.5899	0.0563	0.8656
特徵值(取 $\lambda > 1$)	5.2902	2.6039	1.7675	1.4052	
寄與率(%)	40.69	20.03	13.60	10.81	
累積寄與率(%)	40.69	60.72	74.32	85.13	

附記：本研究萃取方法為主成分分析；旋轉方法為 Kaiser 常態化的 Varimax 法；其轉軸收斂於 10 個疊代。

資料來源：本研究收集整理

表 6.3 工研院各單位研發績效之因子得點

工研院單位名稱	一般性服務因子	外界委託研究因子	技移技術移轉與委外研究因子	技術引進與合作開發因子
W 單位	-0.1477	-1.2222	0.1290	0.6471
A 單位	-0.9475	0.8053	-1.5603	0.3410
B 單位	-0.9256	-0.1771	-0.1309	-0.1503
C 單位	-0.0840	-1.4121	1.0695	0.1952
D 單位	1.2305	0.4179	-0.2129	-0.2980
E 單位	1.1621	-0.4890	0.9389	1.4268
F 單位	-0.5452	-0.8388	-0.5658	-0.5966
G 單位	-0.0004	1.6388	-0.4115	-0.7208
H 單位	-0.5405	-0.0941	-0.9027	0.0611
I 單位	-0.3318	0.7415	-0.5221	2.3994
J 單位	-1.0506	0.7447	1.1576	-1.3026
K 單位	-0.3634	-1.5106	-0.2888	-1.0752
X 單位	2.5331	0.1233	-0.8693	-0.8884
Y 單位	0.0110	1.2724	2.1691	-0.0388

資料來源：本研究收集整理

6.3 工研院各單位特性群落分析

針對各研發單位對績效重視的指標，可以將研發單位依特性分類，將研發單位性質相近者歸於同一類有助於研發績效評估及指標權重。本節採用群落分析法作為各研究單位特性劃分的基礎，依各研發單位之差異程度，可得樹狀群落階層圖(如圖 6.2)，由圖 2 可看出各階層之研發單位歸納情形，其類似程度由上至下依次遞增，表示愈後階段，分區性質愈為獨特(如附件二)。

首先將因子得點矩陣資料輸入群落分析模型(如附件二)，將工研院所屬 14 個單位劃分為五個群落，再分別計算各群落因子得點之平均數與變異數，藉以解釋各個群落之差異與特性。本研究經分析結果及實際討論，將工研院 14 個研究單位員工的看法及認知分為「技術研發創新型」、「技術前瞻型」、「工業技術服務型」、「技術引進及合作開發型」、以及「資訊服務型」等五群落，茲將各群落之特性分別說明如下(如圖 6.3)。

第一群落

第一群落為「技術研發創新型」，包括 W 單位、B 單位、C 單位、F 單位、H 單位及 K 單位，其研發績效評估指標應以專利獲得、研究報告、技術移轉及技術合作開發等績效為評估重點。

第二群落

第二群落為「技術前瞻型」，包括 A 單位及 G 單位，其研發績效評估指標應以期刊論文發表、外界委託研究等績效為評估重點。

第三群落

第三群落為「工業技術服務型」，包括 D 單位及 X 單位，其研發績效評估指標應以工業技術服務、人員代訓、研討會等績效為評估重點。

第四群落

第四群落為「技術引進及合作開發型」，包括 E 單位及 I 單位，其研發績效評指標應以技術引進及技術合作開發等績效為評估重點。

第五群落

第五群落為「資訊服務型」，包括 J 單位及 Y 單位，其研發績效評指標應以研討會、人員代訓、定期性刊物等績效為評估重點。

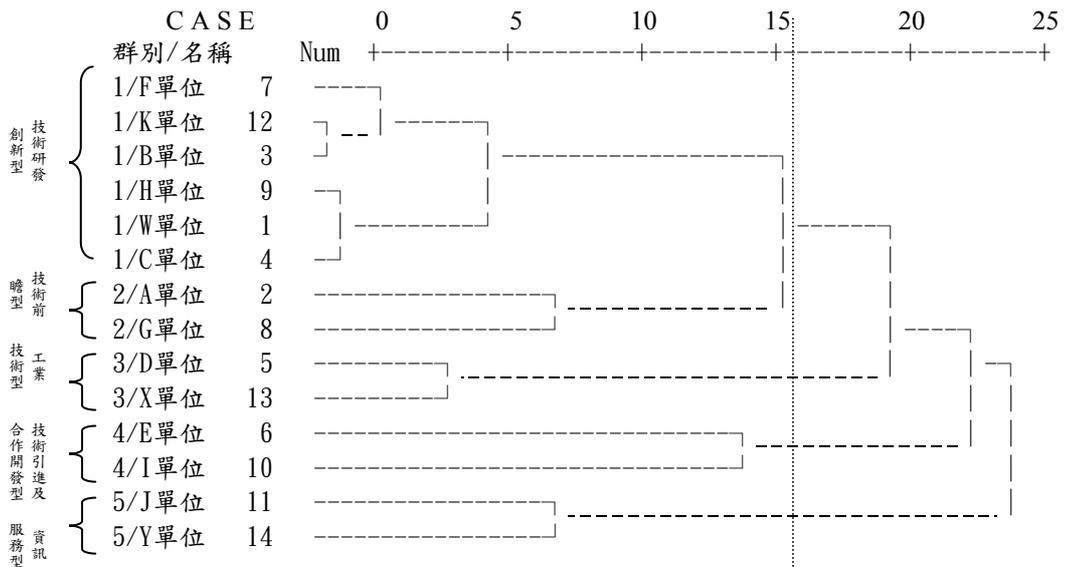
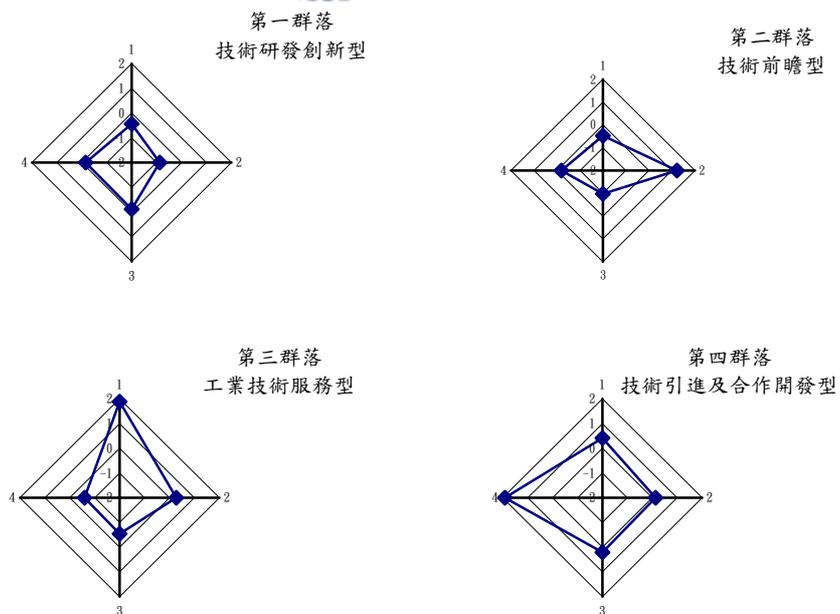


圖6.2 工研院所屬單位類型群落分析階層圖



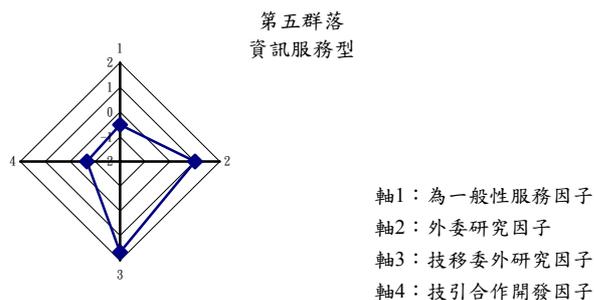


圖 6.3 工研院所屬單位群落特性示意圖

6.4 工研院研發投入與研發產出之正準相關分析

工研院各單位研發產出因研發資源投入不同而有差異，本節探討工研院研發資源投入及研發產出之間的關係。不同工研院年度研發資源投入包括雇用人力、資本支出及業務支出等 3 項(如表 6.4)；研發產出指標則有 13 項(如表 6.7)。本節採用多變量解析方法中之正準相關分析方法(Canonical Correlation Analysis)加以研析。

本研究利用工研院 1999 與 2000 年度研發投入及產出資料(如表 6.5、表 6.6、表 6.7)進行正準相關分析，由於第一正準向量係數之說明程度甚高，正準相關係數達 0.9958 及 0.9248，且經卡方檢定結果具有顯著相關，故只選取 I、II 軸正準變數予以解釋。

表6.4 工研院1999年及2000年研發績效成果及比例統計表(一)

項目/評估單位	人力(單位：人)	資本支出(百萬元)	業務支出(百萬元)	國內外專利獲得(件)	期刊及研討會論文(篇)
A 單位 2000	536	121	3155	209	87
B 單位 2000	627	88	3819	170	251
C 單位 2000	421	43	1760	88	101
D 單位 2000	292	10	972	24	200
E 單位 2000	809	46	3355	227	281
F 單位 2000	530	70	2137	40	178
G 單位 2000	573	14	2411	74	280
H 單位 2000	483	40	2085	96	282
I 單位 2000	139	7	675	6	41
J 單位 2000	123	7	441	4	50
K 單位 2000	222	35	765	22	28
A 單位 1999	667	64	2493	135	59
B 單位 1999	940	56	2457	117	203
C 單位 1999	491	25	1365	39	92
D 單位 1999	372	11	785	12	165
E 單位 1999	948	71	2362	107	171
F 單位 1999	589	56	1352	27	120
G 單位 1999	622	16	1550	40	213
H 單位 1999	680	32	1702	51	209
I 單位 1999	159	18	611	6	9
J 單位 1999	132	3	282	1	51

資料來源：工研院1999年及2000年度報表

表6.5 工研院1999年及2000年研發績效成果及比例統計表(二)

項目/評估單位	研究報告(篇)	技術移轉(家次)	技術合作開發(家次)	外界委託研究(家次)	委託外界研究(件)
A 單位 2000	1137	38	27	16	20
B 單位 2000	1199	97	50	144	76
C 單位 2000	171	61	29	102	46

項目/評估單位	研究報告(篇)	技術移轉(家次)	技術合作開發(家次)	外界委託研究(家次)	委託外界研究(件)
D 單位 2000	292	15	14	70	14
E 單位 2000	1009	122	99	265	83
F 單位 2000	235	116	90	275	37
G 單位 2000	301	87	64	129	46
H 單位 2000	291	83	66	103	31
I 單位 2000	107	27	23	41	21
J 單位 2000	49	17	17	83	0
K 單位 2000	41	22	20	70	26
A 單位 1999	756	23	7	7	7
B 單位 1999	984	74	40	94	94
C 單位 1999	162	27	7	72	72
D 單位 1999	153	24	18	67	67
E 單位 1999	849	119	102	195	195
F 單位 1999	190	94	30	222	222
G 單位 1999	271	53	36	146	146
H 單位 1999	207	78	46	205	205
I 單位 1999	75	28	92	13	13
J 單位 1999	105	11	11	50	50

資料來源：工研院1999年及2000年度報表

表6.6 工研院1999年及2000年研發績效成果及比例統計表(三)

項目/評估單位	技術引進(項)	工業技術服務(項)	人員代訓(人次)	研討會(場次)	科技展覽(次數)	定期刊物(刊數)
A 單位 2000	0	9839	64	29	7	2
B 單位 2000	10	388	4132	176	12	2
C 單位 2000	2	505	756	41	8	2
D 單位 2000	1	57044	526	164	4	1
E 單位 2000	9	2111	0	62	8	1
F 單位 2000	1	2282	0	62	1	2
G 單位 2000	1	952	4086	215	13	5
H 單位 2000	5	10258	701	131	3	1
I 單位 2000	1	760	0	15	2	0
J 單位 2000	0	3583	0	289	1	6
K 單位 2000	4	548	0	21	1	1
A 單位 1999	0	5119	0	19	9	2
B 單位 1999	11	334	1346	116	7	3
C 單位 1999	0	320	654	29	7	3
D 單位 1999	0	15000	391	115	5	1
E 單位 1999	3	1372	665	55	6	2
F 單位 1999	0	757	0	39	2	1
G 單位 1999	1	257	2351	183	8	6
H 單位 1999	2	3090	516	139	2	5
I 單位 1999	9	538	0	6	3	1
J 單位 1999	0	1027	7687	96	2	3

資料來源：工研院1999年及2000年度報表

在產出項變數中僅以「工業技術服務」較大且為正值、「人員代訓」較低但也為正值；相反的，其餘產出項都為負值，其中以「國內外專利獲得」、「研究報告」、「技術移轉」三項值最高。這顯示一般性服務構面與研發產出 V 呈現正向影響關係；技術能力及技術性服務兩構面與研發產出 V 呈現負向影響關係(如表 6.9)。

在投入項變數中僅以「資本支出」為正值；相反的，「雇用人力數」及「業務支出」都為負值。這顯示資本支出構面與研發投入 U 呈現正向影響關係；雇用人力及業務支出兩構面與研發投入 U 呈現負向影響關係(如表 6.8)。

表 6.7 工研院研發投入與產出形態之正準相關分析

變數項	正準向量係數		
	I 軸	II 軸	III 軸
Y ₁ 國內外專利獲得	-0.8780	0.0891	-0.3685
Y ₂ 期刊及研討會論文	-0.6847	0.3497	0.4218
Y ₃ 研究報告	-0.8550	-0.0706	-0.3097
Y ₄ 技術移轉	-0.7439	-0.0924	0.1628
Y ₅ 技術合作開發	-0.4555	0.0324	0.1066
Y ₆ 外界委託研究	-0.4684	-0.1182	0.3457
Y ₇ 委託外界研究	-0.3244	-0.5337	0.5981
Y ₈ 技術引進	-0.4309	0.1839	0.0131
Y ₉ 工業技術服務(項)	0.1718	0.1311	-0.0072
Y ₁₀ 人員代訓(人次)	0.0001	0.3777	0.1012
Y ₁₁ 研討會(場次)	-0.0257	0.4577	0.3351
Y ₁₂ 科技展覽(次數)	-0.6969	0.4100	0.0605
Y ₁₃ 定期刊物(刊數)	-0.0553	0.1129	0.4438
X ₁ 雇用人力數	-0.3617	-1.0070	1.1447
X ₂ 年度資本支出	0.1159	-1.2910	-0.9359
X ₃ 年度業務支出	-0.7812	1.8616	-0.3843
正準相關係數	0.9958	0.9248	0.8134
顯著水準	0.00001	0.07315	0.33004

表 6.8 正準向量係數負號僅表示方向，由表 6.7 第一軸得知，年度業務支出高、且雇用人力多的研究單位，獲得國內外專利數、研究報告數、技術移轉件數、期刊發表數、研討會論文數、以及科技展覽次數皆較多。由第二軸得知表示有些研究單位年度業務支出高，其人員代訓人次、研討會舉辦場次、以及科技展覽次數較多。

從各研究單位之樣本得點觀察可知(如表 6.8)，在研發投入類型得點較高者，有「J 單位」、「I 單位」、「K 單位」，其在研發產出評價得點也相對的高；研發投入類型得點較低且為負值者，有「E 單位」、「B 單位」、「A 單位」，其在研發產出評價得點也相對的低且為負值。顯示前項研究單位研發投入愈高者，其研發產出評價愈高；後項研究單位研發投入愈低者，其研發產出評價也就愈低(如表 6.9)。又從表 6.9 得知可利用 I 軸及 II 軸的正準相關係數進行工研院全體的研發投入及產出之迴歸分析，找出研發投入及產出的關係。

(1)以 I 軸之正準相關係數為基數計算迴歸式

若以 X 群體的研發投入類別指標 U_1 為說明變數，Y 群體的研發產出指標 V_1 為目的變數，則由上表之樣本得點資料，可求得此二組變數之迴歸式如下：

$$V_1 = -0.125 + 4.134U_1$$

其判定係數(R^2)值高達 0.962，顯示研發投入(使用強度) U_1 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_1 將會升高 4.134 單位。

(2)以 II 軸之正準相關係數為基數計算迴歸式

若以 X 群體的研發投入類別指標 U_2 為說明變數，Y 群體的研發產出指標 V_2 為目的

變數，則由上表之樣本得點資料，可求得此二組變數之迴歸式如下：

$$V_2 = -0.099 + 1.049U_2$$

其判定係數(R^2)值高達 0.505，顯示研發投入(使用強度) U_2 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_2 將會升高 1.049 單位。

表 6.8 工研院研發投入及產出正準相關分析之樣本得點

研發單位	U_1 研發投入類型	V_1 研發產出評價	U_2 研發投入類型	V_2 研發產出評價
A 單位	-0.8807	-1.4276	-0.9583	-0.1381
B 單位	-1.6712	-7.2740	1.3397	2.3702
C 單位	0.1029	0.5076	0.1922	-0.1362
D 單位	0.7954	3.5076	0.6328	1.2878
E 單位	-1.7304	-8.8255	1.5037	0.2715
F 單位	-0.2551	-1.0905	-0.6914	-1.0361
G 單位	-0.7518	-3.2249	2.0443	2.9217
H 單位	-0.2593	-1.4348	0.6837	0.8255
I 單位	1.2465	4.8501	0.8244	-1.2865
J 單位	1.4568	5.1465	0.4452	0.8084
K 單位	1.1596	4.6368	-0.5409	-1.2438

資料來源：本研究收集整理

6.5 實證分析討論

本節討論主要的目的有三，一是將實證分析的結果提供給工研院做為策略規劃及管理決策之參考；二是說明三種模式分析結果的管理意涵；三是希望能夠對工研院績效評量提出建議。共分為因子分析及群落分析模式資料的來源、因子分析結果的討論、群落分析結果的討論、正準相關分析資料來源及結果的討論。

6.5.1 因子分析及群落分析模式資料的來源

研究資料來源是依據徐基生等(民 91)對工研院 14 個單位，所屬高階管理者、資深研發工程師及資深行政人員針對 13 項績效指標之相對重要性回答問卷結果(如表 6.1)，利用層級分析法(AHP)求出問卷受訪者的認知及相對重要性，做為主成份因子分析之數據來源。而該研究的問卷針對工研院內 14 個單位各發出 15 份問卷，共計發出 210 份問卷，回收 158 份問卷。針對回覆進行一致性檢定，經整理有效問卷計有 133 份，故本研究的資料來源具代表性及嚴謹性。

表 6.9 工研院績效指標權重之調查問卷回收統計表

單位	發出問卷(份)	回收問卷(份)	有效問卷(份)	有效問卷佔全體比例
W 單位	15	12	10	7.5%
A 單位	15	10	8	6.0%
B 單位	15	15	14	10.5%
C 單位	15	7	5	3.8%
D 單位	15	14	12	9.0%
E 單位	15	13	11	8.3%
F 單位	15	15	12	9.0%

單位	發出問卷(份)	回收問卷(份)	有效問卷(份)	有效問卷佔全體比例
G 單位	15	6	3	2.3%
H 單位	15	15	13	9.8%
I 單位	15	15	14	10.5%
環安中心	15	9	8	6.0%
K 單位	15	13	12	9.0%
X 單位	15	7	6	4.5%
Y 單位	15	7	5	3.8%
小計/比例	210	158	133	100.0%

資料來源：徐基生等(民 91)

6.5.2 因子分析結果的討論

因子分析主要的用意在於將工研院各單位問卷受訪者，針對 13 項研發指標的感受程度正規化(去除彼此間的影響因素)，將所有研發指標整合收斂為少數具代表性之因子，以利群落分析及各研究單位的定位。從研發績效指標形態要變數，經主成份因子分析操作後可抽出四個特性較為顯著之因子，其累積寄與率達 85.13%，即此四個因子足夠說明原有的 13 個研發績效變數。因子的解釋能力由第一個因子的 40.69%說明能力逐次遞減到第四因子 10.81%，各因子的意義則由變數之因子負荷量加以解釋及命名。故工研院員工對提供一般性服務的看法是明顯相同；其次依序為由外界委託工研院進行技術研究、技術移轉與委託外界研究、以及技術引進及合作開發。

一般性服務因子方面，其解釋能力達 40.69%最高，其主要因子負荷變數都屬於一般性服務構面，命名一般性服務因子；外界委託研究因子，其解釋能力達 20.03%次之，其主要因子負荷變數為外界委託研究變數，故命名外界委託研究因子；技術移轉與委外研究因子，其解釋能力達 13.60%，其主要因子負荷變數為技術移轉及委託外界研究變數，故命名技術移轉與委外研究因子；技術引進與合作開發因子，其解釋能力達 10.81%，其主要因子負荷變數為技術引進及合作開發變數，故命名技術引進與合作開發因子。取因子特徵值都大於一之因子共有四類因子(累積寄與率達 85.13%)且代表性強，故可將工研院的 13 項研發績效指標收斂成 4 項因子指標，以利探討工研院各單位之屬性。

6.5.3 群落分析結果的討論

利用因子分析之收斂的四個因子進行工研院群落分析，經由圖 6.2 判別及實際經驗分析將工研院 14 個研究單位區分為「技術研發創新型」、「技術前瞻型」、「工業技術服務型」、「技術引進及合作開發型」、以及「資訊服務型」等五群。分群後可讓各研究單位屬性更清楚及判別，有利工研院在規劃與設計各研究單位發展目標及研發績效評估，能依據各研究單位屬性不同而有所差異。屬於「技術研發創新型」的研究單位，應重視新產品的開發、現有生產製程的改良、以及偏重技術商品化的研究；屬於「技術前瞻型」的研究單位，應重視基礎研究、新科技的開發、加強與學術界之交流與合作；屬於「工業技術服務型」的研究單位，應重視產業技術服務、技術評估及移轉、以及產業技術合作開發等創新模型建立；屬於「技術引進及合作開發型」的研究單位，應重視

技術策略聯盟、外部技術能力的運用、國外先進技術的引進與新創事業；屬於「資訊服務型」的研究單位，應重視產業、市場、產品及技術資訊蒐集及分析，提供專業訓練並定期發表專業的看法及預測未來產業發展的趨勢，建立智庫與專業形象。

6.5.4 正準相關分析資料來源及結果的討論

在研發投入類型得點較高者，有「J單位」、「I單位」、「K單位」，其在研發產出評價得點也相對的高；研發投入類型得點較低且為負值者，有「E單位」、「B單位」、「A單位」，其在研發產出評價得點也相對的低且為負值。故「J單位」、「I單位」、「K單位」應積投入更多的研發資源，使其研發成果擴大；而「E單位」、「B單位」、「A單位」因其組織較為龐大，各項開銷也較大，應維持一定額度的研發投入，以滿足研發基本需求及確保其研發成果的延續。

由 I 軸正準相關係數求得工研院研發投入及產出迴歸式，其判定係數(R^2)值高達 0.962，顯示研發投入(使用強度) U_1 每增加一單位，則其整體的研發產出指標 V_1 將會升高 4.134 單位。由 II 軸正準相關係數求得工研院研發投入及產出迴歸式，其判定係數(R^2)值高達 0.505，顯示研發投入(使用強度) U_2 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_2 將會升高 1.049 單位。由此二迴歸式得知工研院有顯著的研發成效，故政府或經濟部應繼續贊助工研院各項科技專案研究經費，以發揮工研院長期累積的研發能量與知識，持續創造我國高科技的產業競爭優勢，並積極鼓勵工研院將研發成果成立相關衍生或新創公司(Start Up)，以起引導作用。

6.6 結論及建議

工研院對台灣高科技新興產業發展及新科技與知識之引進與研發貢獻極大。面對科技與產業競爭全球化、產品生命週期愈來愈短、以及技術跨領域整合與運用等趨勢，因此研究單位必須找出自己的定位，首要步驟就是要知道自己的能力及屬性，尤其是各研究單位之定位及區分、研發資源投入獲得、研發產出效益，對工研院擬定長期策略規劃及內部控管都有非常大的影響。本研究運用多變量分析之因子、群落及正準相關分析，提出解決上述問題之方法。

6.6.1 結論

利用層級分析法分析工研院員工對研發績效評量的方法、準則與權重，因子分析發現 13 項研發產出指標可收斂成 4 個主成份因子。依據研發績效評估指標之特性因子，並依其影響程度區分為：(1)一般性服務指標因子；(2)外界委託研究指標因子；(3)技術移轉與委外研究指標因子；(4)技術引進與合作開發指標因子。

1. 將研發產出指標所得之 4 個主成份因子換算成各單位之樣本得點，並利用工研院各單位之樣本得點進行群落分析，將工研院的 14 個單位分為五群，第一群落為「技術研發創新型」、第二群落為「技術前瞻型」、第三群落為「工業技術服務型」、第四群落為「技術引進及合作開發型」、第五群落為「資訊服務型」。
2. 將工研院 1999 至 2000 年度的投入與產出數據透過正準相關分析，得知規模較小研發單位之研發投入與研發產出具有高度相關性，且具有經濟遞增之效果，如 J 單位、I 單位及 K 單位，其影響為投入者愈大，則產出既愈大。又得知規模較大研發單位之研發投入與研發產出具有高度負相關性，但不具有經濟遞增之效果，而是規模較大的研發單位若無持續研發資源投入，其研發產出成果則會明顯的下降，如 A 單位、B 單位及 E 單位。

6.6.2 建議

組織在進行策略規劃時除應進行內部與外部 SWOT 分析，本研究雖已將工研院內部各單位有系統的提出其特性與群組，同時應用正準相關分析提出研發單位之研發投入與研發產出，但是研究機構之績效評估為多屬性，學術單位與學者應該可以從數量方法找出更多有效益與效度之了解與分析研究機構不同單位之屬性與投入產出等數量模型，以為愈來愈受重視的大型研究機構績效評估，作更好準備與提供學術模型。此外，宜探討外在的競爭環境機會及威脅，並依此擬定工研院策略規劃時之參考。

第七章 結論與建議

7.1 結論

與許多已開發國家相較，我國政府早在 20 年前就立法成立了許多以應用技術為導向的非營利研究機構，例如是工研院、資策會、生技中心等，使我國在過去 30 年全球以應用技術為來扶植高科技產業發展，產生很大的效益，我國在資訊電子、半導體與光電等高科技產業在全球競爭中已佔有很重要的地位。工研院過去成功的模式，從政府一開始以應用技術為導向之財團法人的定位，就使工研院居於一個有利的定位與角色，加上政府主導科技與經濟之領導人及工研院高階經營領導者，在大環境有利條件下，掌握了大趨勢。透過產官學研通力合作，一方面吸引海外人才、學習與引進先進技術、進而以一流人才來開發技術與國際知名跨國企業及研發機構合作研究，到推動「一比一經營績效策略」，此是工研院每向政府（經濟部）爭取得 1 元委託計畫合約，相對工研院要求其各所與中心，也要即向非政府（經濟部）的廠商（含國營企業）爭取另外 1 元的合約，目的強化研究機構與產業關係，並列為重要績效考核之依據。隨此目標的達成，隨後接任的史欽泰院長，在該項策略外，增加要求「全資源管理」，目的在使工研院在已經與產業接軌後、更致力與提升組織績效與價值的全資源管理。目前工研院新的策略為創造價值與追趕世界技術前緣的前瞻技術發展。工研院每一階段之策略作法，使工研院在歷史每一階段的成果表現，相對受到政府與國內外許多的肯定，也成為許多國際知名研究機構標竿借鏡學習的對象。

本研究首先分析比較我國及國外科技政策及大型研發機構之組織發展，結果歸納發現全球研究機構之趨勢為多朝「非營利機構發展」及強調「產業合作與效益」。此無論是已開發的國家，如美國、日本、德國等及我國的許多國家級研究機構，例如國家太空計畫室、國家高速電腦中心、國家實驗動物繁殖及研究中心、國家地震工程研究中心、國家奈米元件實驗室、國家晶片系統設計中心及國家同步輻射研究中心等，均已改制為財團法人組織。同時也從比較與工研院類似的大型研究機構中發現，FhG 與 TNO 很重視整體「國際」競爭力、生產力與創造價值，特別是其已體認到政府預算逐漸萎縮下，如何開拓與爭取國外委辦契約與業務，將是未來大型研發機構要面臨的挑戰，為了永續發展，研究機構必須提升本身的生產力與營運管理效率。

在研究各國績效評估制度與方法方面；隨著由於全球化國際競爭影響，科技實力已被全球國家競爭力評估機構如 IMD 的 World Competitiveness Yearbook 及 WEF 的 Global Competitiveness Report 等列為評估一國全球競爭力的重要指標，加上科技資源是一個國家最珍貴的資產。所以無論國內外立法或國會監督單位、行政機關與學術研究單位等，無不積極規劃與投資更多資源，在與科技發展相關之研究上，因此也就愈來愈重視研究機構績效評估。此可由第二章之美國與歐洲等分析比較可能了解。

有關「績效評估」學術上認為，是一種科技管理的手段，亦即對「成功」科學研究給予認可、獎勵、資助、示範推廣。亦是將其具體研究成果進行社會、經濟效益評價，從宏觀、微觀兩個層次引導、支援管理科學研究。目的在希望使其對科學研究作更大的推廣發展與效益。對績效評估體系與模式(包括評估目標、評估物件、評估方法、評估程式、評估內容及指標及評估模式等)，研究報告認為「無唯一系統與模式」，必須根據大環境及被評估目標發展動態調整，才能合理評估配置科技資源，提高科技研發效率，優先完成最符合國家與研究機構利益的研究活動。

從文獻探討，績效評估在過去無論是學術研究或實際的應用，一般相對比較偏重在定性分析研究，實務上更是如此。90年開始，隨著已開發國家如美、日、德、法、英等行政與國會立法等對行政與研發計畫暨組織績效評估之重視與要求，績效評估研究，近年來才又漸漸受到行政、研究機構與學術界的重視，特別是具有客觀參考價值的數量化方法之研究。數量化方法以統計分析，學術上相對比較科學、精確，具有較高的客觀性和可靠性，能使一些含糊概念相對精確化，使主觀隨意性的程度減弱；加上最近許多數量化方法成熟後，可以使用電腦軟體的輔助，提升其實用性與方便性，有利於在有限時間與投資下，更有利找出研究機構的隱性問題，此為現階段發展數量化績效評估模式的優勢，且為一般非數量化方法所不易替代的功能。

過去學術與實務上，比較少運用數量化模式來處理績效評估，主要是計算繁雜，產出不易解讀與表達，時效性不易配合。然而數量化模式工具隨著資訊、通訊與個人電腦等科技快速發展，五年前或十年前可能不易被採用的方法與模型，隨著相關套裝軟體與工具的出現，加上數量化本身有不易替代的優點。因此使用數量化方法與模式來處理績效評估，已經是二十一世紀的發展趨勢。惟目前績效評估數量化理論、方法、模型太多，那一種比較適合評估大型研發機構跨單位，特別是對台灣有共通特性的財團法人研究機構，則是本研究之探討的重要課題。

本研究經由文獻分析探討發現 DEA 在研究機構過去也只被使用在研究計畫的評估，運用在處理大型研發機構組織的營運效率之績效評估尚未搜尋到，及第四、五、六章的工研院個案實證研究，分析歸案出 DEA 在處理財團法人研究機構營運效率方面，確時可以適用。特別是 DEA 對多重投入與產出問題上、容納不同計量單位的產出與投入項、可同時評估不同環境下 DMU 之效率、效率值為一個單一的綜合相對效率指標，可以瞭解單位資源使用狀況進而建議管理者決策時之參考、投入產出加權值由線性規劃產生，不受人為主觀因素之影響、可同時處理定性(qualitative)與定量(quantitative)因素、不需設定投入與產出函數關係、不用事先設定投入與產出的權數因此不受人為主觀的因素影響可持公正客觀、可提供相對無效率的單位產出不足或是投入過多的資訊、為柏拉圖(Pareto)最佳化等有其獨特的優點。

基本上，績效評估的效率評估只是大型研發機構診斷的一環，如上述，其最終目的

是在有效運用評估的結果解決管理問題，是管理控制的手段而不是目的。因此 DEA 分析數量之結果，仍有賴專家及實證研究機構高階主管，從 DEA 獲取之數據來評估解析，進一步解釋或找出造成經營績效差異的原因，提出有助於提升組織資源、使用效率，改善的行動方案才有意義。但是要特別注意的是，評估時要同時考慮影響組織績效之外生因素介入。最後分析出來之數量，可以參考利用如 1970 年代波士頓顧問群(Boston Consulting Group,1970)之 BCG 模式，可清楚的描述效率與其他重要效率與決策變數之關係，如圖 7.1 以效率為橫座標，價值為縱座標來進一步分析，對組織所面對的管理問題提出解決之道。

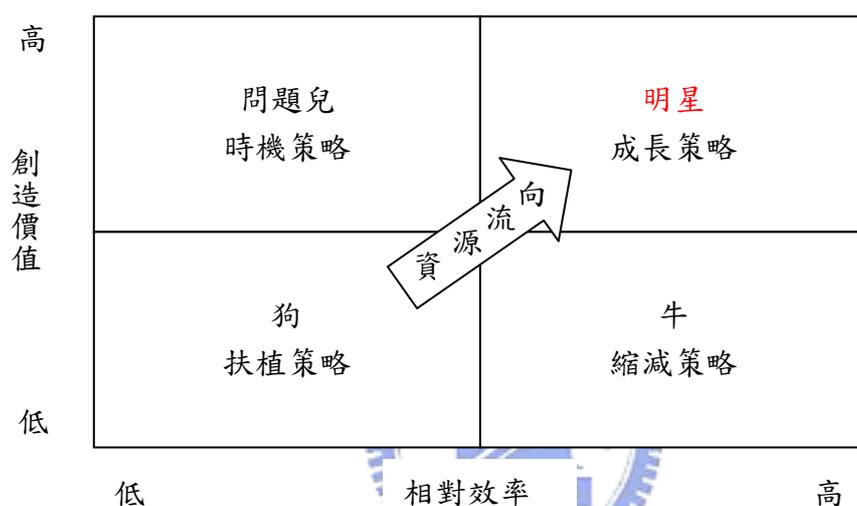


圖 7.1 由經營效率分析經營策略示意圖

將 DEA 執行結果以相對效率為橫座標，結合價值創造或成長率建立管理決策矩陣，對受評估組織可提供有用與有系統的決策資訊。其中明星(Star)表示：高效率高價值或高成長，不但經營效率卓越，且可在市場競爭中獲得更高價值，此類研發單位前景樂觀，可持續採成長策略。牛(Cow)表示：高效率低價值，經營效率雖高，但可能研發單位領域等已為過時的「夕陽領域」，此類研發單位之效率已無改善空間，應採縮減策略，縮小營運規模與營運範疇，將資源適當的轉移到有利可圖的地方。問題兒(Problem Child)表示：低效率但高價值，經營效率雖低，但可能因外部環境大好，造成「人人有獎」，此類研發單位應採時機策略，掌握時機，謀求經營效率之改善，若無法提高營運效率，一旦時機不再，要見好就收。狗(Dog)表示：低效率低價值，這類研發單位處於不確定狀態，必須檢討價值低之原因，究竟導源於經營效率低，或導源於外部環境不好，而圖謀改善之道。

有關工研院 DEA 實證研究，可以發現 CCR 模式或 A&P 模式，都是「自我評估」的結果，工研院經營績效較好的 DMU 有 E 單位 2000、G 單位 2000、D 單位 2000、F 單位 1999、A 單位 2000 及 J 單位 1999；較差的 DMU 有 K 單位 2000 及 C 單位 1999。

如 BCG 圖 7.2 技術效率之分析，工研院**明星(Star)**有：E 單位 2000、G 單位 2000、D 單位 2000、F 單位 1999、A 單位 2000 及 J 單位 1999 有較高的效率，代表該等單位經營效率卓越，且可在市場競爭中獲得高價值，此類研發單位前景樂觀，可持續採成長策略。另外從 CCR 及 BCC 模式分析結果，得知造成 C 單位 1999 是無效率來源，是整體效率較低(CCR 效率)的原因，此都為技術效率及規模效率過低，其中技術效率低的影響勝過規模效率的影響。對技術無效率單位，建議應經由其他輔助資料瞭解後，建議以更積極人才管理、設備與經常支出的營運等來提升技術產出(如 C 單位 1999)。對技術無效率單位，可再詳細分析是為員工人數、資本支出或業務支出的無效率，以利管理決策之用。事實上，經過工研院專家與高層主管溝通，了解 C 單位在 1999 與 2000 年皆因大環境產業過熱，導致其人才大量流失，部份計劃甚至中斷，因此模型建議要更積極人才管理是符合經營團隊之想法，對經營決策與投資是有助益。

BCG 圖 7.3 所示為從工研院實證評量分析研究，在規模報酬為固定規模報酬的工研院各研究單位結果。**工研院明星(Star)**有：1999 年有 7 個，2000 年有 8 個，合計高達 15 研究單位，該等單位管理上可以特別重視加強員工生產力的提昇如在職教育與訓練、資本支出及業務支出有效的運用及管理，如此工研院整體研發績效會更提升。此分析**工研院問題兒(Problem Child)**有：在規模效率方面最低為 K 單位 2000、其次為 I 單位 1999 及 2000；在技術效率方面最低為 C 單位 1999、其次為 K 單位 2000 及 A 單位 1999。若受評量單位屬於規模無效率，而又為國家現今政策急需發展之研究單位，則建議應該積極擴大該研究單位之規模，以擴大策略來加速提昇該單位研發效果。

BCG 圖 7.4 所示為從交叉模式及多目標模式分析的結果，**工研院經營績效較好的明星(Star) DMU**有：E 單位 2000、B 單位 2000、E 單位 1999 及 B 單位 1999；**工研院問題兒(Problem Child)**有：J 單位 1999、I 單位 1999、J 單位 2000、K 單位 2000。如圖 7.4 所示，E 單位的 1999 與 2000、B 單位的 1999 與 2000，都是經營效率卓越，且可在市場競爭中獲得高價值，此類研發單位，外界需求機會多，產業屬於快速擴張與成長，或產業正在轉型，對研究發展需求與投資比較大，前景樂觀，可持續採成長策略。相對的 J 單位 1999、I 單位 1999、J 單位 2000、K 單位 2000 等單位，現階段處於不確定狀態，可以透過此分析，檢討價值低之原因，究竟導源於經營效率低，或導源於外部環境不好，進而採取有效策略圖謀改善之道，以持續提升研究機構效率與競爭力。

本研究從上述以 DEA 實證評量工研院，實證結果證明 DEA，確實可以提供另一種比較客觀有效率之研發績效評量模式。從實證分析結果得知，不論 A&P 模式、CCR 模式或 BBC 模式，都是「自我評量」(Self-Appraisal)的作法，其有效率的原因乃是採用對本身有利的專屬虛擬乘數，評量方式較為主觀。從實證個案表 4.13 「DMU 在各模式下的排名及相關係數值」，得到 A&P 模式與 CCR 模式的 DMU 排名相關係數為 0.886。而交叉效率模式為「同儕評量」(Peer-Appraisal)的方式，以別人的乘數值來衡量自己，多目標模式則求算共同投入產出乘數，不獨厚特定 DMU，為「全體評量」的方式，從實證個案得

到，交叉模式與多目標模式的 DMU 排名相關係數次高有 0.979。從四種模式的 Spearman 等級相關係數最低為 0.421 得知，排名結果呈現高度正相關，即表現良好的 DMU 不論在何種模式，都會有較前面的名次。在判別力方面，「交叉效率模式」及「多目標模式」這兩種模式有比較客觀超然的立場。CCR 與 BBC 模式針對有效率的 DMU，從效率值本身無法進一步判別何者更佳，還需藉由參考集合來判斷，而其它三種模式的判別力都比 CCR 與 BBC 模式好，其中 A&P 模式是 CCR 與 BBC 模式的延伸，自然可提高判別力，至於「交叉效率模式」及「多目標模式」兩種模式，則以較為嚴苛的評量標準來增加判別力。在實證研究上，多目標模式鑑定只有一個 DMU(E 單位 2000)是真正有效率，而 E 單位在 CCR 模式裡也是最多被參考次數，突顯了多目標模式的優點，因為該模式只需求解一次，就能得到等同 CCR 效率值加上參考集合分析的判別能力，有關 DEA 五種模式分析比較詳表。

從實證及與工研院高階管理團隊分析結果，交叉模式結合多目標模式產生之結果可信度高與實際主觀判斷相近，故交叉效率模式及多目標模式此兩種 DEA 模型，結合 BCG 模型，運用在有類似使命的經濟部督導之後財團法人研究機構，是一個相對有效的分析研究機構營運績效之模式，圖示簡要及有客觀的資訊，有利雙方溝通，是一個可適用的績效評估方法。

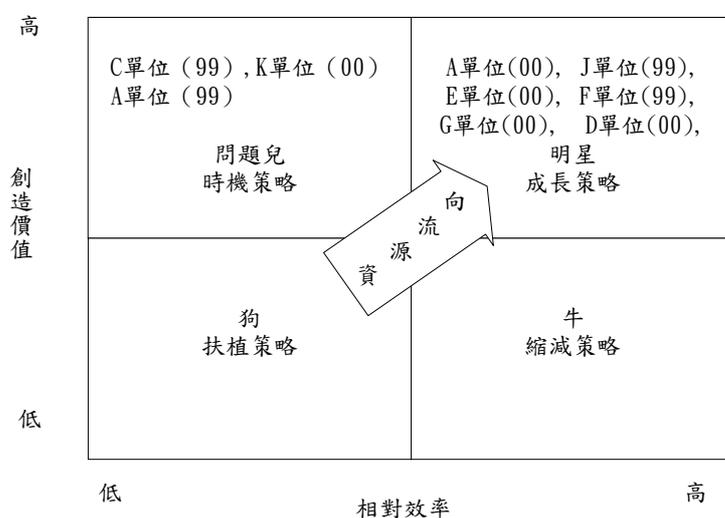


圖 7.2 由經營效率分析經營策略技術效率示意圖

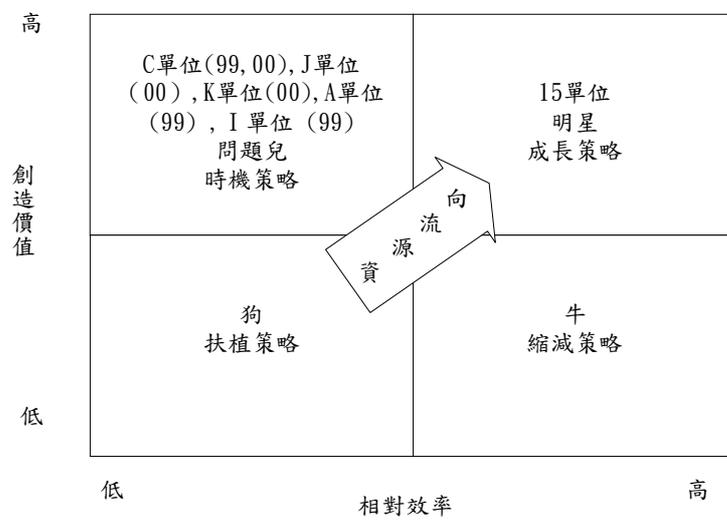


圖 7.3 由經營效率分析經營策略規模效率示意圖

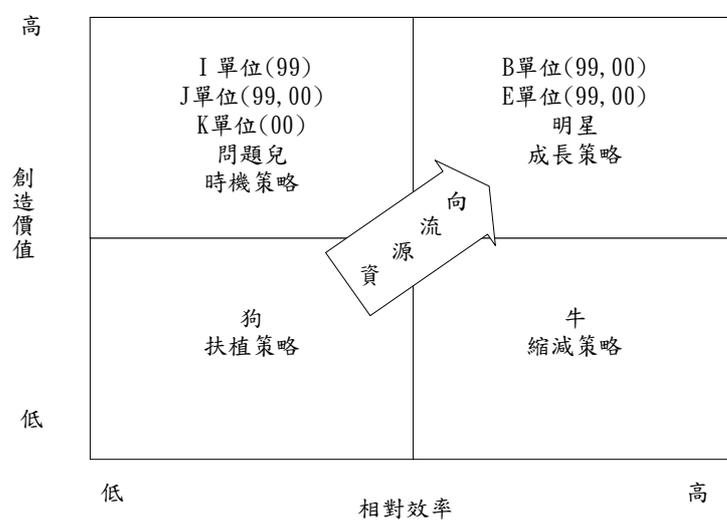


圖 7.4 由經營效率分析經營策略研發績效示意圖

本 DEA 研究重點強調的是以個案實證研究，分析工研院內部在領導團隊持續不變的政策下，短期因應技術創新之績效評估的模式。至於對：(1)需要長期(五或十年以上)觀察；(2)個別事件或個人績效評估；以及(3)外部環境變化之因應等之績效評估的部份，

工研院策略規劃等已經有相對制度在運作，並非本研究之重點。本研究也因為研究資料與時間及資源等限制，該項研究有待其他學者持續探討。

從第五章與第六章實證個案分析，本研究結論為除了已經建立之財務績效指標外，績效評量指標權重，必須每年依據環境改變，調整研究單位之營運方針、目標、策略、行動方案與獎勵措施等，使其能真正反應客戶與單位需要。有關研究機構領導者在設計非財務的研究績效指標權重，本研究結論為，可透過多評準決策模式詢問該組織各單位員工，對於評量權重之重要性的認知，然後經過至少兩階段問卷及與高層主管或專家間互動訪談，來歸納出適合該組織可採用之內部管理績效評量指標權重。此類評估在建立系統與溝通時，高階主管與系統設計者需要發比較多時間溝通與建立機置，然而只有機制建立，組織與個人享受到好處，此系統就會融入組織文化與機制自動發展。本實證研究工研院個案，分析出非財務的研究績效指標權重依相對重要性排序為(1)專利【包括：發明專利與新型專利等】；(2)論文【包括：期刊論文及研討會論文】；(3)研究報告【包括：技術、調查及訓練三類報告】；(4)技術合作開發【包括：合作研究與先期參與】；(5)技術移轉【包括：成果移轉及先期授權】；(6)技術引進【包括：技術授權、技術合作、專利授權、顧問諮詢及其他】；(7)外界委託研究【包括：學界、業界及研究機構三類】；(8)工業技術服務；(9)人員代訓；(10)舉辦研討會【包括：科專計畫及非科專計畫】；(11)委託外界研究；(12)科技展覽；(13)定期刊物出版等。本研究針對研究績效指標的結論為，只要大型研究機構組織以應用技術為導向，上列績效指標及排序，是有參考與標竿(Benchmarking)之價值的，故可供其他類似工研院之國內其他財團法人大型研究機構組織設定其績效評量指標權重之參考。

有關研究機構組織之特性，本研究以變異數分析其研發績效指標權重在單位群組及工作類型年資之權重，找出該組織各單位之群組屬性，來設計不同群組之研發績效指標權重目標，本研究從工研院實證研究在研發績效指標方面歸納出三群，此也可供其他類似大型研發機構組織成為其標竿參考；第一群以「發展前瞻技術研發為導向」：該群的特徵是認為績效指標權重最高是專利獲得、其次為論文發表、研究報告，最低則為科技展覽及定期刊物出版；第二群以「提供技術與機會服務產業界為導向」：該群的特徵也是認為績效指標權重最高是專利獲得(比第一群低)、其次為技術合作開發、技術移轉，最低則為定期刊物出版；第三群以「提供服務協助產業競爭力與轉型為導向」：該群的特徵也是認為績效指標最高是專利獲得(比第二群還低)、其次為論文發表、技術合作開發，最低則為科技展覽，此群主要為相關行政管理及一般服務單位。

為了確認群組之分類是否適當，本研究以上述問卷調查取得之研發績效指標權重，首先將此 13 個研發績效指標權重用主成份因子方法進行分析，抽出幾個特性較為顯著之因子然後以群落分析模型將因子得點矩陣資料輸入，再分別計算各群落因子得點之平均數與變異數，目的要找出得以解釋各個群落之差異與特性。本研究經實證分析結果再經由與相關企畫人員討論，工研院當時的 14 個研究單位員工與主管的看法及認知分別

歸類為「技術研發創新型」、「技術前瞻型」、「工業技術服務型」、「技術引進及合作開發型」、以及「資訊服務型」等五個群落

- (1) 第一群落為「技術研發創新型」：其研發績效評估指標主要以專利獲得、研究報告、技術移轉及技術合作開發等績效為評估重點；
- (2) 第二群落為「技術前瞻型」：其研發績效評估指標主要以期刊論文發表、外界委託研究等績效為評估重點；
- (3) 第三群落為「工業技術服務型」：其研發績效評估指標主要以工業技術服務、人員代訓、研討會等績效為評估重點；
- (4) 第四群落為「技術引進及合作開發型」：其研發績效評估指標主要以技術引進及技術合作開發等績效為評估重點；
- (5) 第五群落為「資訊服務型」：其研發績效評估指標主要以研討會、人員代訓、定期性刊物等績效為評估重點。

本研究將此兩種實證群組歸類結果，進行比對如表 7.1。基本上除 E 單位相對比較不一致外，其他大多相符。該例 E 單位主要是組織相對比較大，產業轉型中，所以單位內部技術領域與服務對象、業務功能與特性相異所致，事實證明該單位在本研究結果產生之後一年也進行組織改組。另外一個 W 單位為該院政策單位，所以其分析分別落入「技術前瞻」或「比較行政指導與服務導向」，皆為合理歸類。從此實證研究，本研究結論為有關單位群組特性歸類，有助於研發績效指標權重的設計，雖然採任一方法：AHP 分析或群落分析皆有效，最好能兩種皆使用，可以互相參照，建立一個真正有共識群組，進而參照其特性，規劃設計績效指標，使組織在執行面更有共識與效率。總而言之，一定要建立群落之分類群組。

表 7.1 工研院以 AHP 及群落分析法歸納之群落比較

群落分析		AHP	
群落	研究單位	研究單位	群落
技術研發	WBCFK	ADC ^E FH	前瞻研究
技術前瞻	AG		
技術引進及合作開發	EI	D ^J I	技術與產業服務
工業技術服務	DX		
資訊服務	JY	WX ^J Y	行政服務導向

資料來源：本研究第五章/第六章整理

本研究另一個貢獻與結論為，研究機構可以應用正準相關分析，探討研發投入及研發產出間的正準相關係數及樣本得點，並利用迴歸分析求得樣本得點之迴歸式。一方面

可以得出具體比較有說服力的資訊與行政監督單位說明其效益，同時也可以分析出單位產出指標，此有利於找出各單位研發投入及產出的關係，供經營管理者進行全資源管理及投資時的參考。本工研院實證研究結果顯示，工研院研發投入指標 U_1 每增加一單位，則整體的研發產出指標 V_1 將會增加 4.134 單位，此證明政府在科技專案投資工研院是得到正效益。正準相關分析本研究也得到工研院規模較小研發單位之研發投入與研發產出具有高度相關性，且具有經濟遞增之效果，其影響為投入愈大，則產出愈大。又得知規模較大研發單位之研發投入與研發產出具有高度負相關性，此說明研究機構，單位組織超過一定規模，有某些因素為造成經濟遞增之現象；但是規模較大的研發單位若無持續研發資源投入，其研發產出成果則更會明顯的下降，因此需要透過管理手段來處理。此項結果顯示，正準相關分析結果不但可以作為工研院內部相互間標竿用，也可以用來不同組織間比對之參考。

7.2 建議

本研究從分析歸納整理工研院內部績效評估各項措施及政府（經濟部與國科會）的相關政策開始，首先設計與構想出財團法人應用研究機構工研院「IPOSI (Input, Process, Output, Service and Impact)」績效評估模型，然後參考許多專家與學者建議之模型，研究後，設計出比較有系統邏輯可分析出工研院相關單元的評估系統功能。最後將上述經實證個案研究結論可適用之方法，納入本設計研究模型，修正後該 IPOSI 績效評估模型如圖 7.5 「修正後之研究機構組織績效評估(IPOSI)模型」及表 7.2 「修正後研發機構組織績效評估(IPOSI)模型內涵」。修正後 IPOSI 模型主要加入各國績效評估強調與要求要納入「環境 SWOT 分析如市場、資金、技術、產業、政治、社會等環境」等同時，要求將研究分析結果，強調回饋 (feedback) 至投入、研究過程與產出。在修正模型，除了加入環境評估外，本研究主要貢獻在(1)投入面建議以運用數量方法如 AHP 或 Factor Analysis 與 Cluster Analysis 建立研究群組，以供目標的設計及策略規劃應用；(2)在有產出與知識擴散階段，定期以 DEA 進行營運績效評估，以即時發掘問題與現象，以為經營管理之需；(3)使用正準相關分析 Canonical Analysis 找出各單位研發投入及產出的關係，一方面可以得出更具體，比較有說服力的資訊與行政監督單位，透過策略規劃書等進行溝通說明機構效益。同時也可以分析出各單位產出指標，此有利於找出各單位研發投入及產出的關係，供研究機構經營管理者內部進行全資源管理及投資時的參考。

修正後 IPOSI 績效評估模型，本研究認為已更符合績效評估的 SMART 原則，建議相關類似單位，例如經濟部所屬之財團法人研究機構，可以參考。相關學術界先進給予指教與修正，期望大家在此架構與模型持續研究與改善，能為未來研究機構組織績效評估系統模型與實務運用一起提供更大貢獻。

表 7.2 修正後研發機構組織績效評估(IPOSI)模型內涵

INPUT	PROCESS	OUTPUT	SERVICE	IMPACT
投入	研發過程	產出	技術擴展與服務	重大效益

	INPUT 投入	PROCESS 研發過程	OUTPUT 產出	SERVICE 技術擴展與服務	IMPACT 重大效益
要素	人力、技術、構 想、知識與策略 規劃、能源、資 本、設備、建築 物、經營方針與 政策等	研究 發展 測試 報告結果 工業服務 技術移轉 業界參與 主導性新產品計 畫/業界科專 設施/設備規劃 運用 人才訓練、士 氣、教導 工作流程方法改 善 學習專長培育 跨部門合作	專利【包括：發 明專利與新型專 利等】、 論文【包括：期 刊論文及研討會 論文】 研究報告【包 括：技術、調查 及訓練三類報 告】、 產品 資訊 知識 規章制度與辦法 收入目標 收入目標達成率 盈餘比例 預算控制	智權推廣 技術合作開發【包 括：合作研究與先 期參與】 技術移轉【包括： 成果移轉及先期 授權】 技術引進【包括： 技術授權、技術合 作、專利授權、顧 問諮詢及其他)】 外界委託研究【包 括：學界、業界及 研究機構三類】 工業技術服務 人員代訓 舉辦研討會【包 括：科專計畫及非 科專計畫】 委託外界研究、 科技展覽、 定期刊物出版	創造就業機會 增加投資金額 創造新興產業 提升中小企業競爭 力 環境保護 人才培育 核心技術建立 前瞻技術重大突破 大型工服 重要國際合作與技 術引進 組織面： 創新、誠信、分享 組織方向、策略 核心領域專家
政府要 求提供 配合評 估制度	計畫審查 科技政策 科技經費與資 源分配方式	SRB 報告 計畫季報與期中 報告	計畫結案報告 計畫成果考評 經濟部成果獎 計畫目標達成率 計畫預算動支率	成果貢獻獎	經濟部科技專案績 效考評自評表立法 院報告
內部建 立之評 估辦法 與制度	各研究單位財 務與非財務績 效指標 員工進用辦法 海外人才延攬 策略規劃 創意競賽 前瞻、關鍵與環 構計畫規劃與 內部初審 T A C 審查	T A C 評估 各單位季報 經營團隊會議 院務會議 人才培訓（菁英 與金頭腦計劃）	員工升等辦法 員工績效評估及 年度考核辦法 董事會報告 環構計畫準則 （績效評估） 前瞻計畫評估 （績效考核） 目標達成度*（財 務面，專利指 標，技術授權收 入，衍生加值收 入） 國內外新聞媒體 報導數量 鼓勵新創事業制 度 績效指標(IP)* 定期以 DEA 進 行營運績效評 估，為經營策略 之用**	客戶滿意度調查* 員工滿意度調查* 績效指標* 運用數量方法如 AHP 或 Factor Analysis 與 Cluster Analysis 建立研究 群組，以供目標的 設計**	產業貢獻(創造投資) IP 加值* 新創事業 菁英獎 研發與推廣類獎項 評審作業細則 貢獻獎 經營策略評估(依董 事會決定) 使用正準相關分析 Canonical Analysis 找出各單位研發投 入及產出的關係**

*：代表定量方面 **：代表本研究建議與貢獻

資料來源：本研究整理

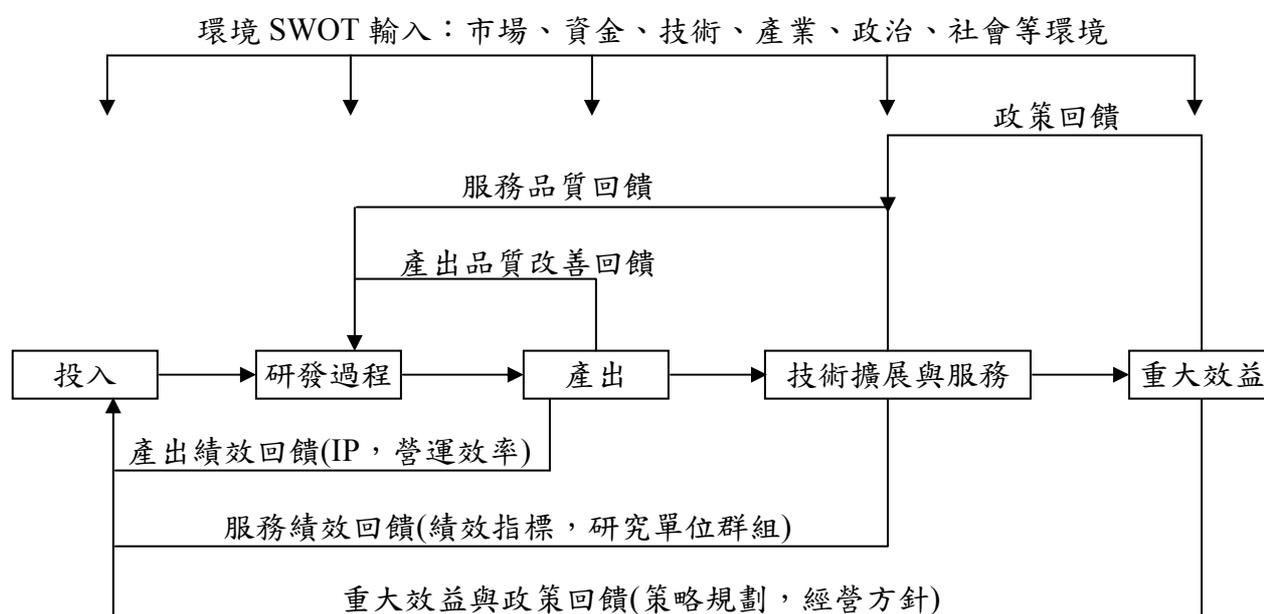


圖 7.5 修正後之研究機構組織績效評估(IPOSI)模型

另外，有關本研究之限制。因為 DEA 模式用於實證研究工研院績效評量時，內部資料取得不易及 DMU 較少，為了擴充 DMU 個數只能縱向發展，蒐集更多年的相關資料來進行。本研究同時因為資源有限，所以策略性選擇的年度較少；但具有實質的可信度，因為過去 6 年該院策略、人力與經費等變動不大；選擇的投入產出項目亦不多，建議其他有專案支持或資源充沛的研究學者，若有足夠之人力、物力、財力，取得工研院高層支持後，在進行實證工研院的後續績效評估研究，可擴大 DEA 的實證規模與時間，即選擇更多年度的資料，以使效率趨勢的變化能更清楚地呈現，在 DMU 數目增加的情況下，也可嘗試更多的投入產出項目。另外工研院與政府皆鼓勵整合計劃，其運用在前瞻計劃、關鍵計劃與環構計劃之 DEA 的實證也會有很大意義，無論是對工研院或經濟部與國科會，國內相關財團法人研究機構與國外大型研究機構皆可以參考學習與標竿。

後續學者要運用 DEA 模式進行大型研發機構績效評量，建議將可能影響績效的因素進行迴歸分析與因果檢定。在撰擇投入與產出的變數時，可透過皮耳森相關數高低來加以取捨。建議也進行敏感度分析，逐次增加或減少變項，來加以精密複核，如此可增加 DEA 評量結果的有效性。未來探討投入項之間與產出項之間的獨立性，可引入交互影響要因之非加法型投入產出 DEA 模式、模糊積分模型、或類神經網絡模式及過去五年來許多研究 DEA 數學模型與理論學者，已經研究開發出許多新的理論但未應用於實證研究，建議可以採用來實證應用研究是否適合處理此類問題。

大型研究機構組織之績效評估隨著國際化、全球化影響及資源競爭愈來愈激烈，機

構與機構或國內與國外等策略聯盟、整合計劃等將越來越多，此方面之績效評估與效率研究文獻上仍很少，是學者、專家可以貢獻之處。

7.3 研究限制

使用 DEA 方法的研究，必須基於所能取得之資訊才能進行分析的方法論，運用在大型研發機構組織評量時，常因涉及機密資訊及內部資訊管理問題，無法得到最適當與正確的投入產出資料。本研究為實證需要，在工研院同意下已盡力取得工研院內部之相關績效資料來進行分析，但仍可能有因為研發產生產業經濟效益等資料無法獲得之遺憾。

另外問卷調查也需要被問卷調查同仁真心的配合與相關主管協助，此部分在實證分析調查上，因為時間/資源限制，無法進行全面調查，未來若要真正落實在實務運用上，則必須擴大問卷規模。

運用 DEA 模型評量績效是否能反應出影響績效的關鍵，受到所選擇的投入項目與產出項目影響極大。在選擇投入及產出項目時，一方面需要尊重受評量機構管理決策階層的專業意見；另一方面，也受限於希望蒐集的資料是否存在或可行的限制。

此外，一味地把可能蒐集到的資訊全部仰賴 DEA 模型去分析，此要說明未必投入或產出項目多就會有更好的結果。假設影響績效最重要的投入因素只有三項，此時若選擇了七項投入因素，對於 DEA 模型而言，並無法分辨前三項的重要性高於後四項，因此前三項因素與後四項因素加入後在 DEA 模型中的影響力反而被稀釋。因此，分析結果有可能因此而受到扭曲。本研究的建議是其他研究機構在進行此分析時，可以較少的投入與產出項目進行，不可以為取得較多要素而失去評估重點。

運用 DEA 模型進行績效評量有一經常受到質疑的問題：「投入造成產出的時間落差」。例如研發投入的效果可能不會在當年即呈現出來，甚至其效果會影響後續數年的產出。例如甲單位在第一年大量投入研發，然而第二年僅少量投入研發卻受惠於前一年的投入，而在第二年產出大增。DEA 模型自然呈現出第二年績效較第一年優異的結果。因此，只要是同一單位各年度績效之比較，由於投入影響可能散見於各年度，倒也不必追究某一年的產出到底是受到那一年投入之影響，因為投入之貢獻最後總是由投入單位受益。

當不同單位進行績效評量時，甲單位第一年大量投入研發但專利卻於次年獲得，因此甲單位第一年之績效實不如未投入研發之乙單位，但第二年甲單位優於乙單位之績效即能顯現。因此，即使投入之影響有遞延效果時，DEA 模型仍有其彰顯各單位在一較長時間整體績效的功能。此外，當 DEA 評量績效能考量好幾個年度時，且各年度各單

位投入項目數值並沒有例外的特殊情況發生，則此遞延效果即能較平均地散佈於各年度之中，因此對 DEA 模式之影響也就較不明顯。

本實證研究個案之工研院，其研發成果牽涉之層面極廣，因為機構特性在進行機構研究為主，所以受經濟景氣循環、資源分配運用及研發遞延效果的影響，各種研發指標的成因往往相互影響，所以比較不易釐清。而 DEA 模式的評量方法，係以投入產出項目解釋各研究單位的研發成果及相對績效，難免把整個績效問題作了相當程度的簡化。

評量各單位的績效是一個社會科學的管理問題，任何模式都僅是提供某一個層面的看法，不能指望有如自然科學能求出績效的絕對真理或最佳解。我們可運用 DEA 模型針對某一組選定的投入項目或與產出項目進行分析，得出對各單位績效比較的一些瞭解。若是採用不同組合的投入與產出項目進行分析，可能會得出不一樣的比較結果。這不代表 DEA 模型不可靠，乃是「績效」並非固定不變的一個「常數」，而是由不同角度視之會呈現不同面貌的「變數」，此為運用 DEA 模型應有的認識。

最重要實證分析結果與高階主管的求證與溝通是必要條件、也是很重要的一環，同時無論 DEA、Factor Analysis、Cluster Analysis、Canonical 等分析模式亦應配合現存績效評估系統來進行，目的補強現行的不足與缺失，同時希望透過專家與主管參與能提出有創意的方案來改善與解決模式分析出來之問題與現象，為組織創造或增加價值，此對大型研究機構進行績效評估才有意義。但是行動方案之建議，非數量方法 DEA 之長，也是數量方法之限制。

DEA 雖然對大型研究機構組織的績效評估之營運績效分析有很大實用性，但是其使用也有一些限制，研究者在進行之必須謹慎處理：

- (1) 由於是非隨機方式，所有投入/產出的資料都必須明確且可衡量，若資料錯誤將導致效率值偏誤；
- (2) 受評估對象之間的同質性必須高且儘量採用正式資料，否則衡量的效果不佳；
- (3) DEA 模式所得到的結果為相對效率，非絕對效率，其用途不是在確定投入或產出的單位價值，而是用來衡量效率；
- (4) 對資料極具敏感，亦受到錯誤極端值的影響；
- (5) DMU 之個數至少為投入與產出項個數和之兩倍，否則 DEA 無法強而有力區隔有效率單位；
- (6) DEA 計算任何一個 DMU 之其效率值，須建立一個線性規劃式。因此，當 DMU 與投入產出項個數很大時，線性規劃式與運算求解則變為較費時與複雜。

層級分析法、因子分析、群落分析與正準相關分析等數量化方法是有許多優點，但是也有限制，特別是對一些必須要靠經驗和主觀判斷如思想、感情、精神、方向、策略與行動方案等，就有比較不足之處，因此仍必須輔助現有的一些非數量化績效評估方法

此也是本研究最後歸納設計工研院創新的績效評估模型之目的，希望此模型有綜合判斷來協助提升大型研究機構績效評估。

作者感謝接受問卷調查，提供本研究深入訪談與相關建議的所有工研院高階主管與同仁，他們對本研究之充分配合與合作，使本研究得以順利完成，特此致謝。

