

# 大型研究機構績效評估模型之建構

博士研究生：徐基生

指導教授：洪志洋教授

國立交通大學 管理學院 工業工程與管理學系

## 中文摘要

知識經濟與全球化競爭的時代，科技對一個國家經濟發展居關鍵地位。研究機構的績效是一個國家經濟發展與競爭力很重要的一環，因此被賦予促進經濟成長的重要角色及協助建立新興產業與促進產業升級與創新的任務。因為科技資源很有限，為了提升研究機構的績效，各國政府對一些由政府提供研究經費的大型研究機構績效評估更重視，紛紛頒布相關的規定辦法，要求這些研究機構從體檢開始提升組織績效與競爭力。我國國科會與經濟部也於 91 年分別公佈了「中華民國科技組織績效評鑑作業手冊」與「經濟部科技專案研究發展計畫作業手冊」。

相對於已開發國家，我國是出口導向國家，企業規模相對較小，研發資源更有限，因此工業技術研究院（簡稱工研院）等研究機構就被政府付賦此重要任務與角色。實務上，大型研究機構本身已經有建立相關績效評估機制，本研究透過文獻探討，發現學術研究無論國內外針對研究機構組織績效評估的文獻相對很少；研究機構績效評估主要也集中在人事、財務、技術指標、客戶滿意度等。對大型研究機構組織內效率與生產力研究相對尚缺。本研究經分析各國主要大型研究機構特性發現工研院相對產出效益與對產業貢獻顯著，因此以工研院為實證個案研究對象。有關如何應用客觀公正與科學方法之量化模式來評估不同部門間效率問題，經文獻探討分析，本研究以 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，實證證明 DEA 的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，同時可使院與所、中心的經營團隊更能了解各單位本身真正的營運效率。此模式比較質的分析，有利於組織間溝通與建立共識，節省時間，同時其能發覺隱性效率問題提前改善。本研究同時以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；應用正準相關分析，分析出工研院各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。另外本研究運用層級分析法(AHP)透過問卷調查該院中高階研發與營運主管，再針對各單位主管進行問卷，再輔助第二階段針對工研院最高層的經營團隊為主的訪談，建構出工研院績效評量指標之權重，其中最主要共識結果是絕大多數主管認為「專利」最能表現研究機構之價值。最後根據工研院的相關績效評估辦法與活動，綜合整理出乙套研究機構績效評估 IPOSI 模型。基本上大型研究機構組織任務與目標相同，特別是國內經濟部所屬財團法人研究機構，本研究評量模式可適用。

關鍵詞：資料包絡分析法、因子分析、群落分析、正準相關分析、層級分析法、研發組織、績效評估、研發績效、科技政策、大型研究機構、工業技術研究院

# Applications of Quantitative Techniques in the Evaluation of Large Research Organizations

Ph D. Student: Chi-Sheng Hsu

Advisor: Dr. Chih-Young Hung

Industrial Engineering and Management  
College of Management, National Chiao Tung University

## Abstract

Science and technology development is known to be a significant factor in a country's economical strength. The government-funded research organizations can play an important role in promoting economical growth. Taiwan's Industrial Technology Research Institute (ITRI) is a notable example.

Taiwan's government has placed increasing importance on not-for-profit research organizations, based on the ITRI model, to help moderate-sized industries that cannot afford R&D on their own. As such organizations proliferate, a systematic method to measure their performance is highly desirable in order to make best use of the limited resources. The same method can also help research organizations monitor their effectiveness and make management decisions. However, there is no generally agreement on the method to be used, although some tools are available.

This study focuses on ITRI, beginning with a comparison with a number of large research organizations in several nations. The data envelopment analysis (DEA) method is then used to evaluate organizational structure and efficiencies of various ITRI departments. The contributions to industries are separately verified. This analysis can improve communications between research organizations and their funding agencies. This approach also makes the management decisions and communications within the organization easier.

A factor analysis is performed to find characteristics and roles of various research divisions. The subsequent cluster analysis identifies five main types: Innovative R&D, Visionary technology, Technical Services, Technology Acquisition and Collaborative R&D, and Information Service. Further analysis based on Canonical Correlation yields relative coefficients and relations among various input/output elements, pointing the way for improving the organizational performance. Depending on the weighting factors, there is certain flexibility in allocating resource for the most desired result. For example, more capital investment may be called for in some cases, but not in others.

The basic missions and goals of large research organizations are similar in essence. The method and findings for ITRI here are expected to be applicable in other organizations.

Keywords: Data Envelope Analysis (DEA), Factor Analysis, Cluster Analysis, Canonical Correlation Analysis, Analytical Hierarchy Process (AHP), R&D Organization, Assessment standard, R&D Assessment, Science and Technology Policy, Large Research Organization, Industrial Technology Research Institution (ITRI).

## 誌謝

首先我要感謝的是工研院的史欽泰前院長、楊日昌前副院長與李鍾熙院長、林渝寰協理等長官，沒有他們的鼓勵、提攜與重視主管人才的培育，我就沒有此機會；在研習過程中，國際合作室同仁周露華經理及歷任我的助理胡琇情、謝秀卿、王蕙椿、洪毓珮、劉泰佑、林主貽與楊春明兄等的協助收集、整理資料與打字等，讓我在求學的這段時間內，各項公務仍能順利地推動與成長，論文撰寫過程中，更獲得工研院許多長官及同仁如邱紹成、黃宗能、許鴻淵、陳重裕等之支援協助，無法一一列名，及科管所所辦張麗萍等提供許多行政事務的協助與指導，在此致上無限的感謝。

在求學歷練過程中，特別是我的指導老師洪志洋博士在我求學及論文撰寫上的悉心教導與指正，是我能畢業取得博士學位的恩師。同時所上諸位師長曾國雄所長、袁建中博士、虞孝成博士、徐作聖博士、劉尚志博士、唐麗英博士等的教誨與容忍，讓我在離開學校很長一段時間後，重拾學習信心，順利完成學業，謹致上最高的崇敬與謝意。更要感謝論文計畫書口試審查委員史欽泰教授、袁建中教授、虞孝成教授、洪志洋教授、陳家聲教授、楊世緘教授、林渝寰教授等的建議及專業指正，讓本論文得以更加完善。

論文撰寫過程中，獲得洪門諸學長、學弟妹之支援，特別是博士班學長李宗耀兄的鞭策與大力協助，及明好、芳美、寶成、友耕、志強、元惠、達賢、貴英、文漢、禎屏等在學業上相互切磋合作，及我的助理林主貽日夜打字與編輯，在此致上最誠摯的謝意。並深深地祈望並預祝洪門博、碩士班學弟妹，能早日完成課業，獲得博、碩士學位。

最後，謹以本論文獻給我的家人，特別是內人澄蘭，在我求學階段全心照顧嘉駿與嘉凱學業起居與家務，讓我得以全力以赴，同時感謝關心及協助我的親友，感謝他們無盡的關懷、體諒、奉獻與鼓勵。

徐基生謹誌

民國九十三年七月

于國立交通大學科技管理研究所

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	iv
表目錄 .....	viii
圖目錄 .....	xi
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	3
1.3 文獻探討 .....	4
1.4 研究架構與流程 .....	14
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 .....	18
2.1 各國與我國科技政策與大型研究機構的特性分析 .....	18
2.1.1 美國 .....	18
2.1.2 加拿大 .....	22
2.1.3 德國 .....	22
2.1.4 荷蘭 .....	25
2.1.5 日本 .....	28
2.1.6 韓國 .....	30
2.1.7 澳洲 .....	31
2.1.8 以色列 .....	34
2.1.9 中國 .....	35
2.1.10 中華民國 .....	37
2.2 工研院與國際研究機構比較 .....	46
2.3 各國與我國科技計畫績效評估分析 .....	59
2.4 工研院績效評估分析與實驗模型設計 .....	73
2.5 結論與建議 .....	77
第三章 研究方法及模式 .....	79
3.1 績效評估方法分析比較 .....	79
3.2 資料包絡分析法 .....	85
3.2.1 資料包絡法(DEA)之 CCR 模式 .....	89
3.2.2 資料包絡法(DEA)之 BCC 模式 .....	91
3.2.3 資料包絡法(DEA)之 A&P 模式 .....	91
3.2.4 資料包絡法(DEA)之交叉模式 .....	92
3.2.5 資料包絡法(DEA)之多目標模式 .....	93

3.3 層級分析法 .....	96
3.3.1 層級分析法之演進 .....	96
3.3.2 層級分析法之基本假設及內含 .....	97
3.3.3 層級分析法之流程及重要步驟 .....	98
3.4 因子分析 (Factor Analysis Method) .....	102
3.4.1 模型的意義 .....	102
3.4.2 模型原理及操作方法 .....	103
3.5 群落分析 (Cluster Analysis Method) .....	105
3.5.1 模型的意義 .....	105
3.5.2 模型原理及操作方法 .....	106
3.6 正準相關分析 .....	107
<b>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 .....</b>	<b>109</b>
4.1 個案研究目的 .....	109
4.2 實證資料選取 .....	110
4.2.1 人力資源 .....	111
4.2.2 資本支出 .....	112
4.2.3 業務支出 .....	113
4.2.4 研發成果 .....	114
4.3 資料包絡分析法 .....	116
4.3.1 資料包絡分析法 .....	117
4.3.2 CCR 模式 .....	118
4.3.3 BCC 模式 .....	118
4.3.4 A&P 模式 .....	118
4.3.5 交叉模式 .....	119
4.3.6 多目標模式 .....	119
4.3.7 各種 DEA 模式分析討論 .....	120
4.4 實證研究分析與討論 .....	120
4.4.1 DMU 的撰擇 .....	121
4.4.2 投入產出項目之選取 .....	122
4.4.3 DEA 分析模式選取及運用 .....	127
4.4.4 CCR 模式及 BCC 模式效率分析及比較 .....	131
4.4.5 規模報酬分析 .....	132
4.4.6 分析討論 .....	134
4.5 結論與建議 .....	134
4.5.1 結論 .....	135
4.5.2 建議 .....	135
4.5.3 研究限制 .....	136
4.5.4 未來研究方向建議 .....	138
<b>第五章 實證研究：研發組織績效指標分析以工研院為例 .....</b>	<b>139</b>
5.1 個案研究目的 .....	139
5.2 運用層級分析法特性及應用範圍 .....	140
5.3 建立工研院績效評估模型 .....	140

5.3.1 工研院研發績效指標 .....	140
5.3.2 建立研究模式 .....	141
5.3.3 衡量相關系統之權重 .....	142
5.3.4 問卷之設計 .....	143
5.3.5 受訪問卷對象 .....	143
5.3.6 變異數分析 .....	143
5.3.7 研究分析結果再確認 .....	143
5.4 實證分析及討論 .....	144
5.4.1 第一回合問卷調查與回收情形 .....	144
5.4.2 回收有效問卷基本資料分析 .....	144
5.4.3 工研院研發績效指標權重分析 .....	145
5.4.4 研發績效指標重要性之變異數分析 .....	149
5.4.5 第二回合問卷分析 .....	155
5.4.6 討論 .....	156
5.5 結論與建議 .....	157
5.5.1 結論 .....	157
5.5.2 建議 .....	158
第六章 實證研究：工研院各單位屬性及研發績效之研究 .....	160
6.1 個案研究目的 .....	160
6.2 工研院研發單位屬性分析 .....	160
6.2.1 研發績效及評估體系之說明 .....	160
6.2.2 工研院各單位反應研發績效指標之權重 .....	161
6.2.3 工研院各研究單位特性因子分析 .....	162
6.3 工研院各單位特性群落分析 .....	164
6.4 工研院研發投入與研發產出之正準相關分析 .....	166
6.5 實證分析討論 .....	169
6.5.1 因子分析及群落分析模式資料的來源 .....	169
6.5.2 因子分析結果的討論 .....	170
6.5.3 群落分析結果的討論 .....	170
6.5.4 正準相關分析資料來源及結果的討論 .....	171
6.6 結論及建議 .....	171
6.6.1 結論 .....	171
6.6.2 建議 .....	172
第七章 結論與建議 .....	173
7.1 結論 .....	173
7.2 建議 .....	180
7.3 研究限制 .....	183
參考文獻 .....	186
附錄一 績效評估方法優點、限制與使用時機等分析說明 .....	201

附錄二 問卷資料 .....	210
附錄三 DEA 應用文獻目錄 .....	216
附錄四 個人簡歷 .....	268



## 表目錄

表 1.1 各國研究評估現況 .....	7
表 1.2 我國各類研究計畫評估之比較 .....	7
表 1.3 研究發展階段與評估方法 .....	9
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 .....	11
表 2.1 FhG 之組織變遷 .....	24
表 2.2 FhG 歷年來經費來源 .....	24
表 2.3 TNO 14 個研究所概況 .....	26
表 2.4 TNO 經費來源與員工人數 .....	27
表 2.5 TNO 8 個事業中心概況 .....	27
表 2.6 AIST 改組前後智財管理比較 .....	29
表 2.7 AIST 經費、專利與技術移轉 .....	30
表 2.8 CSIRO 2002/03 經費收入與員工人數 .....	33
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 .....	33
表 2.10 大陸研發經費及其占國內生產總值的比重 (1996~2002 年) .....	35
表 2.11 大陸研發經費支出之分佈結構 .....	35
表 2.12 我國科技發展與創新之執行機構與分工 .....	38
表 2.13 中山科學研究院技術類別及其研發領域 .....	40
表 2.14 工研院技術類別及其研發領域 .....	43
表 2.15 工研院與國際研究機構比較 (一) .....	49
表 2.16 工研院與國際研究機構比較 (二) .....	50
表 2.17 工研院與國際研究機構比較 (三) .....	51
表 2.18 工研院與國際研究機構比較 (四) .....	52
表 2.19 工研院與國際研究機構比較 (五) .....	52
表 2.20 工研院與國際研究機構比較 (六) .....	53
表 2.21 工研院與國際研究機構比較 (七) .....	54
表 2.22 工研院與國際研究機構比較 (八) .....	55
表 2.23 工研院與國際研究機構比較 (九) .....	56
表 2.24 工研院與國際研究機構比較 (十) .....	57



表 2.25 美/加/以色列/芬蘭政府科技專案評估方法比對.....	65
表 2.26 澳洲政府對 CSIRO 之評估績效指標.....	65
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.....	68
表 2.28 我國科技組織績效評鑑架構指標意涵.....	70
表 2.29 研發機構組織績效評估 (IPOSI) 模型內涵.....	76
表 3.1 績效評估方法優點/限制與使用時機分析表.....	80
表 3.2 DEA 重要理論之演進.....	88
表 3.3 交叉效率矩陣表.....	93
表 3.4 AHP 法評量尺度意義及說明表.....	99
表 3.5 AHP 不同平均數之計算方法.....	100
表 3.6 對偶成對比較矩陣表.....	100
表 3.7 n 階正倒值矩陣的隨機指標值表.....	101
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.....	111
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..	112
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..	113
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) ...	114
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) ...	115
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) ...	116
表 4.7 交叉效率矩陣表.....	119
表 4.8 各種 DEA 模式分析比較表.....	120
表 4.9 投入產出初步篩選表.....	123
表 4.10 Pearson 投入產出項相關性進行檢定結果.....	124
表 4.11 工研院投入產出資料表.....	126
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.....	128
表 4.13 DMU 在各模式下的排名及相關係數值.....	130
表 4.14 CCR 效率、BCC 效率、規模效率統計表.....	131
表 4.15 規模報酬分析資料統計表.....	133
表 5.1 本研究第一回合問卷回收統計表.....	144
表 5.2 有效問卷回覆者工作類型分析表.....	145
表 5.3 有效問卷回覆者工作年資分析表.....	145

表 5.4 各單位反應研發績效評量構面之權重 .....	147
表 5.5 各單位反應研發績效指標之權重 .....	147
表 5.6 各單位(群組)反應研發績效指標權重之順序名次 .....	148
表 5.7 以群組反應研發績效評量構面之權重 .....	148
表 5.8 各群組反應研發績效指標之權重 .....	149
表 5.9 各群組反應研發績效指標權重之排名順序 .....	149
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 .....	149
表 5.11 研發績效指標權重组別間 T 檢定差異次數統計 .....	150
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 .....	151
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 ...	152
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 .....	153
表 5.15 第二回合問卷回收統計表 .....	156
表 6.1 工研院各單位反應研發績效指標之權重 .....	161
表 6.2 工研院研發績效指標變數旋轉後因子負荷量矩陣 .....	163
表 6.3 工研院各單位研發績效之因子得點 .....	164
表 6.4 工研院 1999 年及 2000 年研發績效成果及比例統計表(一) .....	166
表 6.5 工研院 1999 年及 2000 年研發績效成果及比例統計表(二) .....	166
表 6.6 工研院 1999 年及 2000 年研發績效成果及比例統計表(三) .....	167
表 6.7 工研院研發投入與產出形態之正準相關分析 .....	168
表 6.8 工研院研發投入及產出正準相關分析之樣本得點 .....	169
表 6.9 工研院績效指標權重之調查問卷回收統計表 .....	169
表 7.1 工研院以 AHP 及群落分析法歸納之群落比較 .....	180
表 7.2 修正後研發機構組織績效評估(IPOSI)模型內涵 .....	181

## 圖目錄

圖 1.1 非數量性分析 .....	8
圖 1.2 本研究之研究流程 .....	16
圖 1.3 資料來源 .....	17
圖 2.1 美國科技研發組織和運作架構 .....	21
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 .....	38
圖 2.3 資訊工業策進會技術轉移成果圖 .....	42
圖 2.4 NIST 的規劃和績效評估模式 .....	64
圖 2.5 ATP 評估機制 .....	64
圖 2.6 韓國政府對國家級研究機構評價指標 .....	67
圖 2.7 我國科技組織評鑑指標架構與指標 .....	70
圖 2.8 IPORO 模式 .....	75
圖 2.9 研究機構組織績效評估 (IPOSI) 模型 .....	75
圖 3.1 DEA 中文的 79 篇文獻主要應用領域分析 .....	87
圖 3.2 DEA 英文的 755 篇文獻主要應用領域分析 .....	87
圖 3.3 A&P 模式示意圖 .....	92
圖 3.4 效率達成度之線性隸屬函數圖 .....	95
圖 5.1 工研院績效達成衡量指標之評準階層體系 .....	142
圖 6.1 工研院績效達成衡量指標之評準階層體系 .....	161
圖 6.2 工研院所屬單位類型群落分析階層圖 .....	165
圖 6.3 工研院所屬單位群落特性示意圖 .....	166
圖 7.1 由經營效率分析經營策略示意圖 .....	175
圖 7.2 由經營效率分析經營策略技術效率示意圖 .....	177
圖 7.3 由經營效率分析經營策略規模效率示意圖 .....	177
圖 7.4 由經營效率分析經營策略研發績效示意圖 .....	178
圖 7.5 修正後之研究機構組織績效評估(IPOSI)模型 .....	182