

# 國立交通大學

管理學院碩士在職專班經營管理組

## 碩 士 論 文

我國國防科技專案釋商的社會效率評估  
**Social Efficiency Evaluation of National Defense  
Technology Release Projects**



研 究 生：蔡毅龍

指導教授：胡均立 教授

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月

我國國防科技專案釋商的社會效率評估  
Social Efficiency Evaluation of National Defense  
Technology Release Projects

研 究 生：蔡毅龍

Student: Yi-Lung Tsai

指導教授：胡均立

Advisor: Dr. Jin-Li Hu

國立交通大學  
管理學院碩士在職專班經營管理組  
碩 士 論 文



Submitted to the Master Program of Business and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

of

Business Administration

June 2007

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十六 年 六 月

# 我國國防科技專案釋商的社會效率評估

研究生：蔡毅龍

指導教授：胡均立

國立交通大學管理學院碩士在職專班經營管理組

## 摘要

中山科學研究院（以下簡稱中科院）是我國防最重要的戰略資產，為順應世界軍民通用科技相互為用的潮流，自2004年起執行「軍品釋商科技專案計畫」，以國防軍備需求為基礎，在國防資源釋商的政策支持下，引導業界參與軍品研製與技術應用開發，建立創新性之國防科研與民生產業的價值轉化機制，將國防科技轉化與整合，發揮軍轉民、民通軍互補綜效。

環顧國內研究，傳統的績效評估忽略考量外部效益，然對中科院此類非營利組織而言，外部效益是相當重要的產出。且軍品釋商科技專案以中科院研發成果為技術移轉標的，故進行績效評估時當考慮到外部性的影響。

本研究採用資料包絡分析法，評估經濟部技術處「中科院軍品釋商科技專案計畫」第一期之應結案41項專案的效率，透過軍通產合開發計畫取得2004至2006年成果統計資料。投入項有研發經費、研究人力、研發時程；產出項則運用經濟學的外部性理論，分成內部效益（中科院技術移轉授權金收入數）、外部效益（合作廠商獲得訂單數），以及非金錢效益之建立合格廠商數、專利數、論文數與研究報告。再者，因專案經歷三年為剔除物價變動因素，本研究以2004年為基期，利用主計處公佈之國內生產毛額平減指數計算每個專案所投入或產出項的實質價值。

研究主要結論：(1)軍品釋商科技專案之內涵是軍品研製技術釋商，由各專案的整體技術效率值分析驗證研發專案具有外部性，對此類專案的績效評估應從社會整體效益來考量，避免缺乏效度。(2)建議管理者的決策可針對不同效益取向，於後續軍品釋商科技專案之選商、選題採取不同策略。如以中科院私人效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的大企業合作，致力於一年期之材料與化工領域內相關專案。如要兼顧中科院內部效益與社會金錢效益，則以一年期之材料與化工領域相關專案為主，與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業或大企業合作。然要兼具社會金錢與非金錢效益，則以一年期之材料與化工領域內相關專案為主，選商則以中小企業具低研發密集度、低研發人員比例為合作對象。

**關鍵字：**科技專案；外部性；效率評估；資料包絡分析法

# **Social Efficiency Evaluation of National Defense Technology Release Projects**

Student: Yi-Lung Tsai

Advisor: Dr. Jin-Li Hu

Institute of Business and Management  
National Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

The Chung-Shan Institute of Science and Technology (CSIST) is the most important strategic asset of ROC national defense. It is a trend for countries all over of the world to develop dual-use technologies which can apply to both defense and industry. Being funded by Ministry of Economic Affairs (MOEA) since 2004, CSIST has been conducting the Technology Development Program for Outsourcing Defense Products (TDP), which implements the policy for national defense resources to release to enterprises. The program is designed to encourage local firms to join defense technology research in order to create commercial application values. Traditional performance evaluation often neglects external benefits of a program. However, for a non-profit organization such as CSIST, the external benefits are important outputs.

This research utilizes data envelopment analysis (DEA) to evaluate the efficiency of TDP projects. With the help of Dual-use Technology Cooperation Program of CSIST, formal 2004-2006 data were obtained from MOEA. There are three inputs in the model: funds, manpower and time span. The six outputs include royalty revenue derived from CSIST technology transfer, sales order from cooperated parties, qualified vendors, patents, papers and research reports. All nominal variables are transformed into real variables at the price level of 2004.

TDP is to transfer mature technology to local industries. To avoid the performance revaluation is determined as inefficiency; projects like TDP should be treated from the viewpoint of society benefits.

TDP managers may apply different strategies to collect desirable technology and qualified companions. When only internal benefits are considered, one-year research topics with large firms in material and chemistry give the highest efficiency. When internal and money benefits are considered, one-year research topics with small or large firms in material and chemistry give the highest efficiency. If the non-money outputs are also taken into the model, it is better to cooperate with small firms in material and chemistry industries.

**Keywords:** Technology development program; Externality; Efficiency evaluation; Data envelopment analysis (DEA)

## 誌謝

在工作數年後，能有機會踏入理想中的學校修習經營管理碩士學程，首先要感謝的是中科院的龔家政院長及工作上諸多長官的提攜與體恤，讓學生得以利用公餘時間進修，重拾書本以增長個人本職學能。此外，感謝辦公室學長們與同仁於進修期間的寬容與支援，讓學生在工作之餘可專心吸收新知。論文撰寫期間，承蒙中科院軍通產合開發計畫李崇智主持人、陳明亮副主持人應允提供相關諮詢與資料，計畫承辦人黃昌霖先生、各領域聯絡人蔡敏涼先生等熱忱相助提供所需數據，都是本研究得以完成的關鍵人物。

本論文能夠順利付梓，端賴指導老師胡均立教授的諄諄教誨與照顧。論文寫作期間，領受恩師豐富的學術涵養與嚴謹的治學態度，不論在研究主題選定、研究方向掌握、論文撰寫修正與潤飾，均承蒙恩師耐心地指引與匡正，克服學生的研究瓶頸，使論文得以更嚴謹周詳的面貌展現。除此之外，對於待人處世方面亦有獨特的訓勉，使學生在學期間獲益良多，在此致以最誠摯的感激與謝意。論文的書面審查，承蒙毛治國院長、許鉅秉教授給予寶貴的意見與指教，使本文內容架構能更臻充實。此外，承蒙口試委員尹立銘所長、翁堃嵐博士與許鉅秉教授諸多寶貴的評議，使本文更加完善。對每位師長的意見，學生虛心受教，更衷心感謝。

在經管所的求學過程中，首先感謝丁承前所長、楊千執行長、唐璵璋主任，以及所上師長們的教導與容忍，讓學生習得最有用的專業知識，有信心完成學業，謹致上最崇高的敬意。其次，感謝博亮、翰榮、乾臨、復生、建國、珠香、玉霞、寶貴學長姊在學業上的協助；也感念第四屆所有的同學，帶來多元的課堂內容與熱絡的學習氣氛，尤其是管理專題研討修習期間與淑靜、于衛、正益、鴻源、文期、福星相互砥礪的情誼，而寶珠兩年來擔任班代的服務精神、君仰的待人處事更是學習的好榜樣。也感謝同門的淑靜、友婷、惠玲、彥慧研究路上的扶持與陪伴。特別要提的是所辦助理安慈姐，總是細心地提醒同學上課需知、各項文件繳交期限，提供各方面的諮詢與協助，給予同學們莫大的幫助。

至此，更要謝謝家人的關懷與支持，讓學生在論文完稿前的沉浮中，有所慰藉。感謝岳母在上班之餘還幫忙看護幼女，感謝賢妻對女兒與家庭的照料，對女兒的疏於照護，學成後必將倍加關懷。最後願將完成本論文的喜悅，與所有的師長、家人一起分享，感恩大家不斷的關懷和鼓勵。

毅龍 謹誌  
于 台北內湖  
2007/06



## 目錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
一、	緒論.....	1
1.1	研究背景與動機.....	1
1.2	研究目的.....	2
1.3	研究範圍與對象.....	3
1.4	研究架構與流程.....	3
二、	文獻探討.....	5
2.1	科技專案計畫.....	5
2.1.1	科技專案源起.....	5
2.1.2	科技專案目標策略與運作管理.....	5
2.1.3	科技專案計畫之分類.....	7
2.2	中科院執行科技專案概況.....	10
2.2.1	中科院簡介.....	10
2.2.2	執行經濟部科技專案概況.....	11
2.2.3	軍通產合開發計畫.....	14
2.3	我國科技專案之績效評估研究.....	15
2.4	我國科技研發專案之績效評估.....	17
2.5	國外研發專案之績效評估.....	18
2.6	經濟學之外部性理論.....	20
三、	研究方法.....	22
3.1	效率衡量.....	22
3.2	Farrell 效率衡量的概念.....	23
3.3	資料包絡分析法.....	25
3.3.1	產出導向之 CCR 模式.....	27
3.3.2	產出導向之 BCC 模式.....	28
3.3.3	應用程序.....	29
3.3.4	特性與限制.....	32
四、	實證分析.....	33
4.1	決策單位與資料來源.....	33
4.2	投入項與產出項之選取.....	33
4.2.1	產出項與投入項之相關性分析.....	37
4.2.2	產出項與投入項之敘述統計量分析.....	37

4.2.3	資料包絡分析法模式選取.....	38
4.3	資料包絡分析法實證分析.....	38
4.3.1	模式一.....	39
4.3.2	模式二.....	45
4.3.3	模式三.....	51
4.4	實證結果分析.....	57
4.4.1	三種模式下之整體技術效率分析.....	57
4.4.2	不同效益考量下之各領域別無效率專案分析.....	62
4.4.3	被參考次數分析.....	63
4.4.4	三種模式之效率排序分析.....	64
五、	結論與建議.....	67
5.1	研究結論.....	67
5.2	研究貢獻.....	68
5.3	研究限制.....	69
5.4	後續研究建議.....	69
參考文獻	.....	70



## 表目錄

表 1 運用資料包絡分析法評估我國科技專案研發效率之相關研究摘要表.....	16
表 2 2004 至 2006 年中科院軍品釋商科技專案計畫內容.....	35
表 3 產出項與投入項之相關係數分析表.....	37
表 4 產出項與投入項之敘述統計量.....	38
表 5 三種模式之產出項與投入項比較表.....	38
表 6 中科院內部效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估.....	40
表 7 模式一的效率評估結果分佈.....	41
表 8 模式一的效率前緣分佈.....	41
表 9 模式一的效率分類.....	42
表 10 模式一之不同領域別無效率專案的比例.....	42
表 11 模式一的規模報酬分析.....	43
表 12 模式一的效率排序.....	44
表 13 社會效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估.....	46
表 14 模式二的效率評估結果分佈.....	47
表 15 模式二的效率前緣分佈.....	47
表 16 模式二的效率分類.....	48
表 17 模式二之不同領域別無效率專案的比例.....	48
表 18 模式二的規模報酬分析.....	49
表 19 模式二的效率排序.....	50
表 20 併入非金錢產出社會效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估.....	52
表 21 模式三的效率評估結果分佈.....	53
表 22 模式三的效率前緣分佈.....	53
表 23 模式三的效率分類.....	54
表 24 模式三之不同領域別無效率專案的比例.....	54
表 25 模式三的規模報酬分析.....	55
表 26 模式三的效率排序.....	56
表 27 依研發密集度與研發人員比例分類之有效率的專案分佈情形.....	62
表 28 考量不同效益下之各領域別無效率專案的比例.....	62
表 29 三種模式的被參考次數分析.....	63
表 30 三種模式的效率總排序.....	65
表 31 中科院軍品釋商科技專案計畫中各專案的績效評等.....	66



## 圖目錄

圖 1 研究架構圖.....	4
圖 2 科技專案計畫之分類.....	7
圖 3 中科院執行經濟部軍品釋商科技專案計畫之策略概念.....	13
圖 4 經濟學之正外部性.....	21
圖 5 Farrell生產效率衡量.....	24
圖 6 資料包絡分析法與迴歸分析之概念比較.....	25
圖 7 資料包絡分析法之產出導向概念.....	26
圖 8 選定之投入項與產出項.....	36
圖 9 三種評估模式下專案的整體技術效率比較.....	57
圖10 各專案在私人效益與社會效益下整體技術效率之BCG矩陣.....	59
圖11 各專案在社會金錢與非金錢效益下整體技術效率之BCG矩陣.....	60



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

科技創新是提昇產業競爭力與驅動國家經濟成長的關鍵因素，故政府在連年預算赤字的情形下，仍持續推動科技研發創新活動。由經濟部技術處主導之科技專案研發經費，在2005、2006及2007三個年度之投入金額規模分別高達新台幣156.73億元、187.00億元及184.14億元，故科技專案計畫之執行績效為學術界與實務界所關心的課題，各專案之執行績效更是政府預算分配的依據。因此，本研究欲透過適當的研究方法，來檢視軍品釋商科技專案計畫推展之實際成效，期望能對未來的國防產業推動有所貢獻。

世界各國的國防科技發展均以結合民間產業為發展趨勢，美國國防經濟學家 Benoit 分析研究世界上70餘個國家，其國防與經濟成長的關係，發現40%以上的國防科技研發成果會對民生經濟產生益處。我國目前亟須擴大民間廠商投入國防產業領域，平時支援建軍整備，且執行軍民通用之軍品商用或研製軍品，以提高經濟成長，促進產業升級或轉型；而戰時則能快速馳援國軍軍備補給。以往因國內的科技工藝水準不及歐美先進國家，重要的武器裝備系統幾乎都是由國外輸入獲得，致使國家防衛政策得隨著國際環境局勢而調整變動。更因國防產業政策不穩定，民間業者投資意願不足，國防科技無法與民間產業相輔相生。囿於台灣地區資源十分有限，自50年代以來我國在武器系統發展所投入的金額甚為可觀，但整體科技能力與世界上主要先進國家相比尚有一段差距，追求完全的國防自主能力是不切實際的。因此，如何結合國內產業特性與優勢，期在具有優勢的局部領域尋求國防工業的拓展，應是目前需迫切努力的方向。

在國防報告書（2004）載明：「配合政府促進產經發展，由國防部依據『國防法』第22條：『結合民間力量，發展國防科技工業，獲得武器裝備以自製為優先』之要求，結合航空、造船、車輛、電子、電機、資訊、機械、化學、材料、環境等相關工業之發展，善用『國防科技發展推行委員會』跨部會機制，有效整合產、官、學、研力量，從事國防尖端科技研究及先進武器系統開發，並提供業界獲得早期研發預算及工業合作技術轉移額度，同時結合國防資源釋商政策，提升國防科技研製及維修能量，厚植國防科技工業能量於民間，達成國防獨立自主目標。」

另外，國防部科技工業機構與法人團體從事研發產製維修辦法第二條規定：「國防武器裝備需求……應結合民間力量，由國內自行研發、產製、維修獲得為優先。國內無法供應，需向國外採購時，應促成技術轉移及驗證，以發展國防科技工業。」藉以鼓勵民間企業參與國防工業；是故重大的軍事

投資計畫如何善用產業資源以發展國內的國防工業，且穩定地帶動相關產業的發展，目前已成為政府的施政目標之一。近來政府相繼提出國防資源釋商、軍工廠國有民營、軍民通用科技等政策，就是希望能充分結合產業界能量厚實國防，同時促進傳統產業升級，達成政府與民間企業雙贏的局面。

政府推動各種的政策介入產業研究發展，是為了刺激民間投入研發創新活動，帶動產業升級以提高國際競爭力。其中，依據行政院頒布「科學技術發展方案」，經濟部自1979年起負責執行之「科技研究發展專案計畫（以下簡稱科技專案計畫）」極具影響力，基於市場導向讓業者所研發創新的產品或技術能符合商品化的需求；「軍品釋商科技專案計畫」是科技專案計畫內的重點項目之一，其以國防軍備需求為基礎，在國防資源釋商的政策支持下，引導業界參與軍品研製與技術應用開發，經由國防軍事裝備次系統、模組、關鍵材料或零組件之「共同研發、委商產製、委商補保」三部曲，達成「培植國防合約商、取代關鍵零組件及材料進口、構築以中科院為核心之軍品研製中衛體系」三項策略目標，以期實現軍備發展模式在研發、產製、部署保修三階段的典範轉移。

中科院是我國防最重要的戰略資產，更是保障國家安全不可或缺的要角。配合政府推動產業升級政策，透過經濟部科技專案計畫，運用本身國防科技核心能量、系統整合的經驗，有效結合廠商既有的優勢，技術輔導廠商投入軍品研製，提升合作廠商產品開發與技術應用能力，協助產業轉型或升級，以提高產業競爭力。自2004年起執行「軍品釋商科技專案計畫」，希望建立創新性之國防科研與民生產業的價值轉化機制，將國防科技轉化與整合，擴大民間參與軍品研製、技術應用機會，發揮軍轉民、民通軍互補綜效，以建構本土國防產業，創造龐大的國防效益與民生產業價值，最終促進國家總體經濟發展。

## 1.2 研究目的

採用資料包絡分析法（data envelopment analysis, DEA）作為研究方法，係因其可以多投入與多產出項來評估決策單位的特性，適合用於此類研發專案的效率評估。本研究主要是從社會角度進行績效評估，考量中科院（內部）效益、參與廠商（外部）效益，以及社會效益等不同模式下，評估軍品釋商科技專案計畫各專案的績效。當專案投入的資源越少，產出的成果越多，則專案越具有效率。基於前述之研究背景與動機，本研究之目的旨在：

1. 探討中科院軍品釋商科技專案計畫之推行概況。
2. 從中科院內部利益或社會效益等不同模式下，以資料包絡分析法評估中科院軍品釋商科技專案計畫的執行績效，驗證研發的外部性。
3. 研析不同效益取向下專案計畫的效率表現，以提供主管單位對後續軍品釋商科技專案計畫的決策參考。

### 1.3 研究範圍與對象

本論文之研究對象為 2004 年至 2006 年經濟部技術處「中科院軍品釋商科技專案」之應結案專案，共有 41 項。透過文獻探討，參照國內外先進學者對研發專案之相關研究，以及經濟部科技專案計畫書所載人力需求、經費需求、工作項目與預期成果，律定出投入、產出項目，據此蒐整各專案各年度執行成果，最後進行實證分析、評估與建議。

### 1.4 研究架構與流程

本論文共分為五章，研究架構如圖 1。

#### 第一章 緒論

述明研究背景與動機、研究方法與目的、研究範圍與對象，以及研究流程與架構。

#### 第二章 文獻探討

##### 1. 科技專案計畫

首先提到經濟部科技專案計畫的源起、目標定位、策略、運作與管理，並說明科技專案之分類與內涵。

##### 2. 中科院執行經濟部科技專案計畫概況。

3. 探討我國科技專案之績效評估相關研究、國內外科技研發專案之績效評估相關文獻，參考文獻論述並加以延伸，以釐清本研究之研究方法、投入項與產出項等衡量變數。

##### 4. 闡述經濟學之外部性理論。

#### 第三章 研究方法

詳細說明 Farrell 效率衡量概念、資料包絡分析法之 CCR 模式與 BCC 模式內涵、應用程序、特性與限制。

#### 第四章 實證結果與分析

說明決策單位、資料來源、投入項與產出項等，按外部性理論內涵考量內部效益、外部效益與社會效益等不同模式下進行 DEA 實證分析。最後，就研究方法之實證結果進行分析、比較，論述其所代表意義，並提出具體影響效率的關鍵因素。

#### 第五章 結論與建議

包含研究結論並說明管理意涵與改善方向、研究限制以及對後續研究的建議。



本文所採取之研究流程為：

1. 界定研究問題與目的

首先確認所研究之問題與目的，以訂定研究方向。

2. 蒐集相關文獻

彙整國內外相關議題的研究，推敲其是否適合本研究之參考。

3. 建立研究模型

透過文獻探討歸納分析，並參考相關原理、理論，建立適當的研究模型。

4. 探討變數關係

將變數資料代入研究模型驗證，並分析其對輸出結果之影響。

5. 提出結論與建議

總結整體研究過程與實證結果，並依據所作之結論，提出具體的建議，便於有志研究者再深入剖析，以供其後續研究方向之參考。

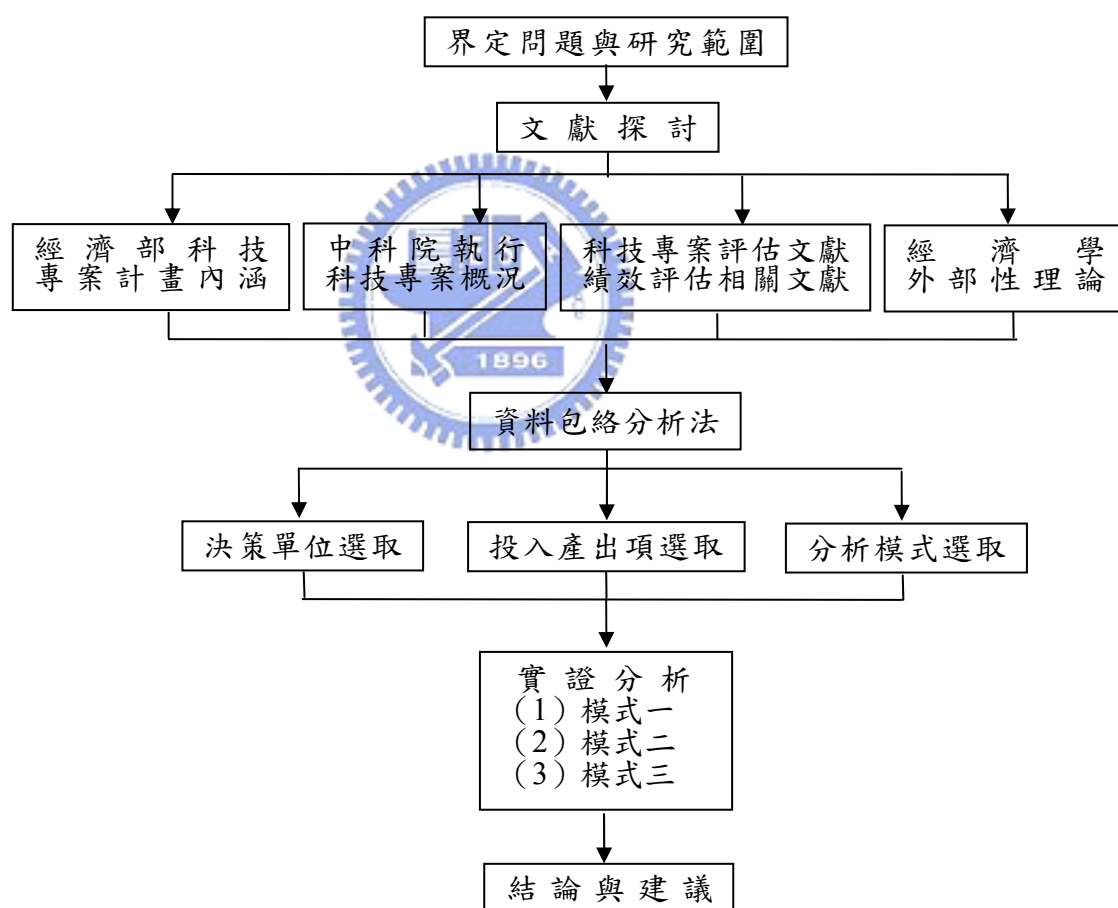


圖 1 研究架構圖

## 第二章 文獻探討

### 2.1 科技專案計畫

經濟部技術處所推動的科技專案計畫，是政府科技發展政策的重要一環，並被賦予推動新興科技工業發展、加速傳統產業升級與建構產業發展所需之檢測驗證基礎的使命，其計畫項目的範圍包含通訊與光電、機械與運輸、材料與化工、生技與醫藥領域等。

#### 2.1.1 科技專案源起

鑑於產業技術研發，是促進產業結構升級的重要因素，故我國政府經年持續戮力提升產業技術的研究發展水準。因此，自1979年經濟部開始編列預算，委託相關財團法人研究機構從事產業技術之專案研究開發計畫，所進行之技術研究項目定位在技術層次較高者，包括應用研究開發、關鍵性技術與零組件之開發等。

近年來，政府更積極推動科技研究的整體發展，於1998年通過「科技化國家推動方案」整合各方面資源，以具體的措施、分工及時程，期逐步推動國家邁向全面科技化。1999年公布施行「科學技術基本法」，奠定我國以研發為本的產業科技政策基礎。依循上述法規與方案，以及第六次全國科技技術會議產、官、學、研代表研議所得之共識結論，於2001年通過「國家科學技術發展計畫」，確立了經濟部負責推動產業科技專案計畫。

#### 2.1.2 科技專案目標策略與運作管理

依據經濟部技術處官方網站所編載，茲將科技專案目標、定位與策略等敘述如后：

##### 1. 科技專案目標

###### (1) 總體目標：

- ① 促成知識密集型產業的發展。
- ② 提升研究機構研發能力。
- ③ 加強創新前瞻研發。
- ④ 促成產業科技之創造、流通與加值。

###### (2) 產業目標：

- ① 強化國內產業技術競爭優勢。
- ② 持續帶動產業界投入研發。
- ③ 有效提升產業研發能力。
- ④ 開創新興科技產業。



## 2.科技專案之任務

林偉如、張婷媛（2004）闡述科技專案之任務包括：

- (1)加強產業技術政策之規劃：
  - ①辦理產業技術政策研究。
  - ②進行產業技術領域規劃。
  - ③編撰產業技術白皮書。
- (2)開發關鍵產業技術：開發關鍵技術與關鍵零組件技術。
- (3)推動技術引進工作：建立技術引進體系與推動技術引進計畫。
- (4)建立技術發展環境：
  - ①建立檢測驗證設施。
  - ②建立產業技術資訊服務體系。
  - ③建構產業技術發展相關法規。
- (5)加強科技專案管理與成果推廣：
  - ①強化科技專案管理。
  - ②加強科技專案執行機構之管理。
  - ③將成果落實推廣至產業界。
  - ④財團法人之監督與管理。
- (6)推動國際科技合作：
  - ①推動亞太經合會議。
  - ②規劃兩岸科技交流。
  - ③促進雙邊科技交流。



## 3.科技專案之定位

- (1)開發創新前瞻技術，以協助建立新興產業與領導型產業。
- (2)開發關鍵性技術與關鍵性零組件，以加速傳統產業升級。
- (3)建構產業發展所需之檢測驗證基礎設施。

## 4.科技專案之策略

- (1)配合產業發展程度，慎選投入之技術、經費與措施。
- (2)持續運用科技專案計畫，帶動產業技術研發。
- (3)加強創新前瞻技術之取得與運用。
- (4)強化產業技術之研發國際化。
- (5)加強技術研發至產業形成機制之建立。
- (6)強化技術研發基本環境之建立。

## 5.科技專案之運作

科技專案之運作，係根據產業實質需求與官方推動政策之必要，經由產業界、學術界與法人等研究機構執行，再將研發技術成果移轉至業界。經濟部科技專案之運作與管理流程主要可分為四個階段：

- (1)規劃階段：透過產、官、學、研專家提出產業技術領域發展策略規劃，

明確指出各領域之技術研發方向、重點與策略。

(2)審查階段：從提出先期計畫到計畫申請、審查、執行等過程。

(3)執行階段：包括期中、期末與全程查證。

(4)推廣階段：如技術移轉、技術服務、成立衍生公司及各種成果展示與發表等活動。

## 6.科技專案之管理

科技專案的管理乃在於未來科技專案計畫將持續推動簡化計畫管理與精簡制度程序，賦予科技專案執行單位更多的管理責任，並配合獎懲制度，使科技專案管理步入正軌，創造出更大的產業效益。另將透過網路建立資料庫，即時掌握與解決執行面問題，同時回饋最正確的統計資訊，作為未來計畫審查的參考。

### 2.1.3 科技專案計畫之分類

參照經濟部技術處官方網站，我國科技專案計畫依據補助對象的不同主要分為三類（如圖 2）：第一類為法人科技專案，第二類為業界科技專案，第三類為學界科技專案，依序簡介如后：

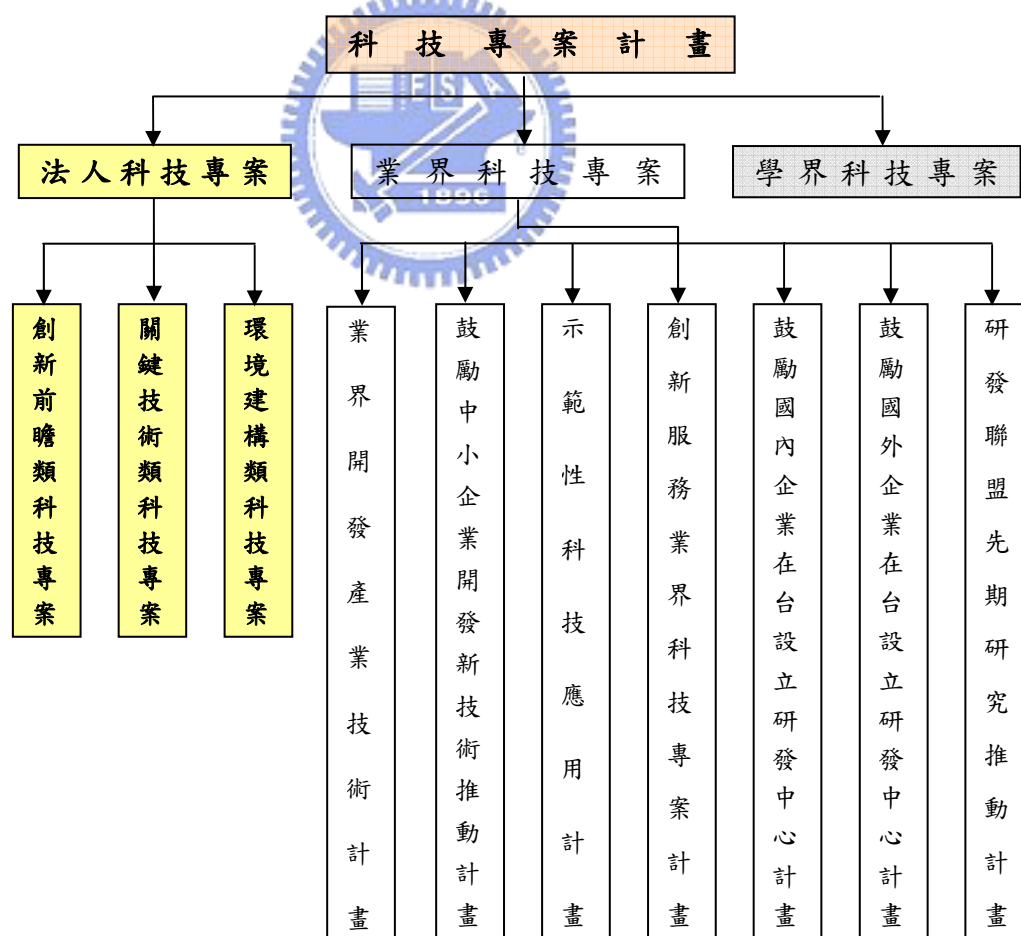


圖 2 科技專案計畫之分類

## 1. 法人科技專案

此專案計畫之定位是在技術層次較高者，包括應用研究開發、關鍵性技術與零組件之開發等，區分為創新前瞻類科技專案、關鍵技術類科技專案、環境建構類科技專案。本創造產業價值之使命，其申請執行法人科技專案的對象限定需具有產業技術研究發展能力之財團法人或政府研究機關（構）具備執行大型計畫之能力，有具體成果與技術擴散能力，且有固定之研究場所與執行計畫之基本人力、設備者。

主要申請單位包括工業技術研究院、中科院、資訊工業策進會、生物技術開發中心、金屬工業中心與食品工業發展研究所等。計畫時程分為多年期與一年期，法人科技專案計畫的要求技術需具有高度的前瞻性、創新性，其研發成果多透過技術移轉至產業界供各界加值與應用，以帶動整體產業發展。本類科技專案計畫將配合國家政策，持續要求各法人機構朝向開創創新前瞻技術、加強產業的優勢發展或轉型、衍生新興服務性質的加值工作、延續推動產業價值創造等方向努力。

## 2. 業界科技專案

科技專案在早期的推展方式，是由政府委託財團法人之非營利研究機構或學術機關支援技術發展，再透過與業界合作、技術移轉或成立衍生公司等方法將成果推廣至業界使用。然政府所委託財團法人進行策略性產業開發，受限於法令規章，無法直接從事產品商業化的開發，且缺乏企業經營與產品商業化經驗，造成與企業理念上的落差，無法將研發能量的功效完全發揮。因此，政府為運用民間企業的商品經營能力，推展具有市場優勢之研究成果，以協助國內產業升級轉型。自1997年起，經濟部科技專案計畫開放給民營事業申請，此為業界科技專案計畫的開始。

之後因廠商反應相當熱烈，並依立法院通過之「促進企業開發產業技術辦法」，經濟部檢討委辦做法，增加了民間企業參與科技專案之機會。此類科技專案目前區分為：

- (1) 業界開發產業技術計畫：以鼓勵企業從事技術創新及應用研究，建立研發能量與制度為計畫目標。
- (2) 鼓勵中小企業開發新技術推動計畫（簡稱SBIR計畫）：鼓勵我國中小企業進行產業技術與產品之創新研究，加速產業升級，以提升國際競爭力為計畫目標。
- (3) 示範性科技應用計畫：以鼓勵企業開發具前瞻性之資訊應用系統，以提昇我國整體資訊應用水準與產業競爭優勢為計畫目標。
- (4) 創新服務業界科技專案計畫：以鼓勵廠商進行生活型態分析與應用研究連結產業科技創新價值鏈、進行國際品牌之價值創新研究發展，以及促成科技研發與市場需求結合，帶動營運模式之創新與新興服務業

之興起為計畫目標。

- (5)鼓勵國內企業在台設立研發中心計畫：以推動台灣成為全球高附加價值製造中心、產業創新研發中心，鼓勵國內企業設立研發中心，朝向創新、研發及服務等知識涵量較高的方向發展為計畫目標。
- (6)鼓勵國外企業在台設立研發中心計畫：推動跨國企業與台灣廠商合作，並在國內形成長期的區域研發中心，藉以支援跨國生產活動，提昇台灣在全球化研發佈局之地位。
- (7)研發聯盟先期研究推動計畫：為鼓勵同業或異業廠商進行技術整合或服務創新，藉由研發聯盟之成立與可行性研究，以釐清合作研發各方之權利與義務，進一步落實整合性產業技術研發與創新服務計畫之執行。

### 3.學界科技專案

依行政院第二十次科技顧問會議與經濟部「加強科技專案創新前瞻研發比重執行要點」，自2002年積極推動「學界開發產業技術計畫」（簡稱「學界科技專案」），加強運用學界開發產業科技研究發展，輔助其從事前瞻性技術與創新性技術之開發，而補助計畫經費額度以每年度一千萬元至五千萬元為原則。

其目的是運用學界已累積之基礎研發能量與既有設施，開發前瞻、創新性產業技術，發展領導型產業技術，並配合國家發展政策，鼓勵大學整合校內研發能量，成立主題式創新前瞻產業技術研發中心或實驗室，以長期深入發展前瞻、創新產業技術。

學界科技專案之運作與管理主要可分為以下五個階段：

- (1)計畫申請階段：申請學界科技專案補助之基本資格，以在台灣地區依中華民國大學法設立之公私立大學為原則。
- (2)計畫審查階段：包括資格審查、計畫構想書審查、細部計畫書審查與指導委員會決審等。
- (3)計畫簽約階段：計畫經審核通過者，辦理全程簽約，並撥付第一期款。
- (4)計畫執行階段：原則每半年須提工作報告，辦理計畫執行現況座談，另進行年度查證、全程中期查證與全程查證等。補助經費則依工作報告採分期撥款。
- (5)績效評估階段：績效評估項目，如申請與獲准之國內外專利數、技術授權與專利授權金、研究結果應用性、對產業界的具體貢獻等。



## 2.2 中科院執行科技專案概況

「中科院是一個以人才為根本，建構自主國防的堡壘。在愛國、創新、科學與團隊四大精神的價值下，以顧客滿意為宗旨。」其中，創新的精髓在於：冒險求變、尊重多元、包容異議；而科學的精髓在於：誠信、求精與求實；顧客滿意則是考驗如何發揮創新與科學的精神以達到：「三軍想要的，則能很快的做出來；三軍尚未想到的，則是已先構思好；民間有興趣的，都能協助發展」這樣的目標，讓國軍、政府與民間皆滿意，是中科院跨世紀的標竿。

### 2.2.1 中科院簡介

二十世紀早期限於科技技術與製造工藝水準不足，軍備均需仰賴美援，或向美軍售獲得，隨著工業發展漸具規模，遂開始自主性之國防建設，政府於1969年成立中科院。從模仿到創新，除建立航空、機械、電子、雷達、通訊、化學、材料、光電與品保等技術能量，並陸續研發完成國軍現役各項重要武器系統，建立了國防科技，大為提升國軍戰力，成效斐然。

- 1.願景：中科院是我國防重要的戰略資產。在此萬變的環境中，更應發揮前瞻、主動且主導之企業精神與能力，研製軍備所需且擴大服務國軍，並協助產業提昇國防科技水準。因此，以「深化中科院成為國家級的實驗研究院、參與國家尖端科技研究的大型計畫、推展國家整體經濟發展的軍通技術」為努力願景。
- 2.定位：中科院是國防科技的基石與重鎮，是國防科技研發的首要機構。其核心價值，是在建立一個頂尖之國防科技研發單位，並隨著科技的進步與國防發展，持續研發三軍最需要的武器裝備。為此，其定位說明如后：
  - (1)於國防武器系統研發之任務定位為：國防核心科技之研究，武器系統開發與生產之主合約商，厚植國防武器系統研發之技術與能力。利用離峰時期之能量，參與民間與政府各部門之研發與建設專案。
  - (2)於國家尖端科技研發之任務定位為：參與國家之大型計畫，以成為國家尖端科技發展的生力軍。
  - (3)於經濟建設軍民通用之任務定位為：運用國防科技之成果技術移轉民間，帶動國防產業發展，落實國防自主。

#### 3.重要研發成果：

成立後，從基本研究著手，逐步奠定大型、先進武器系統之發展基礎。1979年起，研發完成工蜂四型、工蜂六型多管火箭、雄風一型攻艦飛彈等，並先後展開生產、解繳三軍順利部署成軍。1982年，美國與中

共簽署「八一七」公報，我國防所需之主要武器來源立刻受到限制，國人對自製武器之期盼更為殷切，中科院銜命同時展開各型先進飛彈與經國號戰機之研製，更因此中科院研發技術、經驗獲致長足之進步。1993年始，研發完成天弓一型地對空飛彈、雄風二型攻艦飛彈、天劍一型空對空飛彈與經國號戰機。1994年國軍漢光十一號演習中，完成經國號戰機數十架次飛行演練，發射天劍二型飛彈三枚、天弓一型飛彈四枚，均準確命中目標，亦成功發射工六多管火箭彈二千餘枚。中科院多年來建立之研發能量與大型系統設計、整合能力，已成為國家最重要的戰略資源，更為國家培育大量具實務經驗之高科技人才，支援三軍作戰需求，並享譽國際。

#### 4. 未來努力方向：

配合國家政策且因應外在環境變遷，逐步調整運作機能因應時局轉型，以成為國家國防科技之核心，加強推動產、官、學、研之合作，匯集國人智慧與力量，積極發展先進武器系統，以應國防所需；積極擴大參與國家尖端科技研究之大型計畫，提昇科技應用與系統整合能力；並配合國家經濟發展，持續推動軍民通用科技，將多年來建立之尖端能量轉用於協助產業界取得在高科技領域的競爭優勢，使國防科技得以擴散於民生工業，達成回饋社會之目的。

國防科技實力除了具有國家安全與國軍戰力指標的意義外，為因應世界各國以總體國力發展科技的趨勢，國防科技研發也應突破原有國家安全格局，進而著眼於「經濟」與「國防」兩相結合，藉以發展軍民通用科技，將國防技術植基於民間，提升民間企業競爭力，甚至以企業化經營進軍國際市場，讓國內產業成為國防力量後盾，創造軍民雙贏新局。中科院是我國最具國防戰略價值的研發機構，為運用多年來建立之先進專業科技能量參與國家發展，在國防部政策指導下積極進行轉型。1994年7月，立法院通過於國防部設置「軍民通用科技發展基金」，使中科院得以透過基金運作，承接政府各部會與民間產業委託之科技專案計畫，以協助產業界開發關鍵性技術，建立現代化技術密集工業。

#### 2.2.2 執行經濟部科技專案概況

從先進國家國防科技與國防工業發展趨勢來看，國防科技工業發展是要能達到兼顧「國家安全」、「提昇國家整體經濟競爭力」之雙重目標。以美國來說，其國防科技研發策略就是結合民間力量建構完整的國防科技與國防工業發展體系。其做法是，一方面大量將國防科技研發技術釋出予民間，進行再投資轉化為民生商品，創造經濟價值；一方面透過技術移轉，協助民間產業技術升級，進而積極參與國防建設。Gallart（1997）說明美國國防工業製造因國防經費緊縮、新式武器系統的成本日益增加，致使軍民通用政策逐漸



受到重視。其研究提出四種軍民通用技術的移轉機制，主要差異在本質、目的。最大的不同在直接或改良運用上，取決於技術移轉機制是否攸關新領域的運用。若是直接移轉機制，即在國防研發導向與商業化生產是相輔的系統，不需任何改變。相對而言，若屬改良再運用之移轉機制則可能有較多的風險，但也可能是基於產業所面對的結構性問題。

基於國家資源分享社會之理念，並順應世界軍民通用科技發展相互為用的潮流，配合政府產業發展策略與業界需求，中科院自 1995 年度起執行經濟部科技專案計畫，從科專計畫之選題、選商均有嚴謹的程序，協助傳統產業與中小企業轉型升級，同時藉此建立國防工業於民間，領域擴及電子、電信、機械、運輸、材料、化工、醫療等範疇；並與其他法人研究機構互補分工，落實經濟建設與國防安全並重的世界潮流。在政府生根本土、投資台灣的產業政策下，中科院藉由科技專案計畫轉化國防科技研發能量，促進產業價值創造；其內涵係運用本身特有之國防科技核心能量、系統整合經驗，有效結合廠商既有優勢條件，除協助國內本土產業與傳統產業轉型升級，開發具經濟效益之高附加價值民生商品、提昇國家經濟競爭力外；另技術移轉與輔導廠商投入國防軍備研發，培育合作廠商軍品研製能力，並拓展衍生民生應用效益，以發揮軍民通用互補綜效，促進國家經濟發展為總體目標。綜上，為整合互補國防與民生科技，建立國防與經濟雙向流通機制，兼顧本身國防任務遂行與協助民生產業發展，目前中科院將所執行的法人科技專案計畫分成「軍品釋商科技專案」、「一般性科技專案」、「振興傳產科技專案」三類，分別說明如后：

1. 軍品釋商科技專案：本類科技專案係依據國防資源釋商政策、立法院第五屆第四會期國防業務報告、行政院 2003 年產業科技策略會議結論、第七次全國科技會議結論，於 2004 年開始執行，以國防軍備需求為基礎，引導業界參與軍品關鍵技術開發，建構軍品研發產製供應鏈體系，逐步建立我國國防產業，並藉由軍品技術衍生應用開發，拓展更大之民生產業商機。茲將中科院執行經濟部軍品釋商科技專案計畫策略概念以圖 3 表示。

早期我國的軍品籌獲大部分來自軍購，國防軍備支出無法有效轉化為國內經濟活動，致使相關產業缺乏發展機會，亦或有廠商有心爭取，但限於技術層次不足，且無相關配套機制，導致國防與民生產業各自獨立發展。為達國防自主政策目標，此計畫乃從國防武器裝備需求展開，挑選出具有市場效益之次系統、模組與關鍵零組件，以經濟部科技專案預算，運用中科院人力、技術與設備等資源，並整合產、官、學、研能量共同開發，透過開發研製、合作確認、技轉產製等機制，將軍品研製技術釋出且建立於民間，輔導廠商從 OEM 邁向 ODM 成為軍品合格供應商，以爭取獲得軍品訂單，期可跨入國際軍需市場，建立武器裝備供

應體系。

軍品屬系統性產業、少量多樣、需求有限且不易掌握等特性，加上諸多安全與保密限制，故應積極建立軍品釋商運作平台，協助跨越技術進入門檻，配合經濟部輔導國內傳統產業轉型、中小企業升級之產業政策，為廠商創造利基與爭取前置期，執行本類科技專案計畫，預期可達到下列效益：

- (1)依政府規劃的釋商目標，創造國內龐大商機。
- (2)促進國內產業投資規模與增加國人就業機會。
- (3)建立以中科院為系統研發核心之自製國防軍品供應鏈體系。
- (4)透過完整之軍民通用科技發展體系，藉國際展示機會擴展軍品外銷市場，建構兼具國防軍備與經濟競爭力之軍需產業。

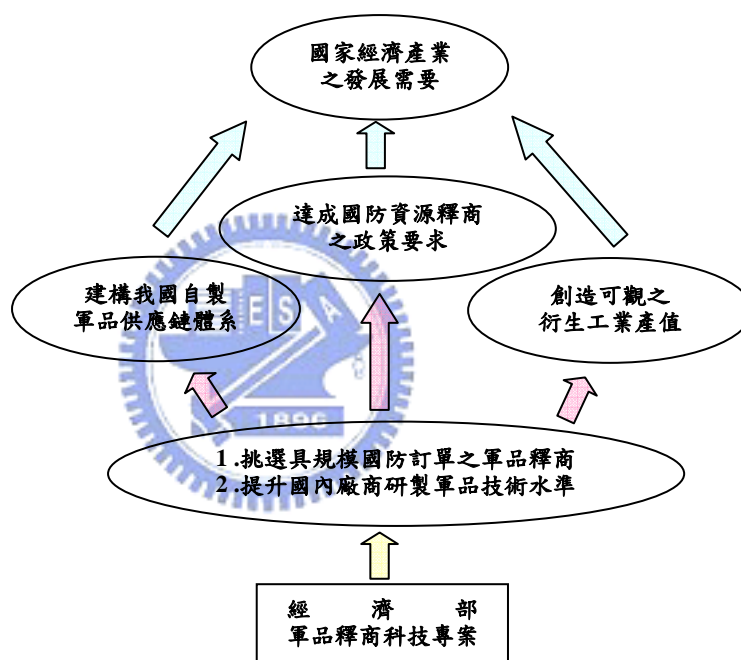


圖 3 中科院執行經濟部軍品釋商科技專案計畫之策略概念

資料來源：中科院軍通產合計畫

我國國防法第 22 條與資源釋商政策之內涵，並非單純的將軍品訂單釋出而已，而應包含一系列、多樣化的研發合作、交流活動。釋商的政策目的，旨在追求民間產業發展與國防科技能量提昇之雙重效益，所以從事國防釋商工作之規劃與執行的人員，若不能瞭解釋商的真正內涵，而只是急於將軍品訂單釋出委外，將徒然使國軍已累積之國防研發成果、能量與人才外流，並無法對國家整體發展有任何貢獻。

- 2.一般性科技專案：本類科技專案於 1995 年開始執行，以民生產業需求為基礎，轉化國防科技至民生產業應用，創造軍民通用技術附加價值，提升我國產業技術水準與國際競爭能力。

整體而言，中科院執行之一般性科技專案計畫注重我國產業研發技術能量之提昇、輔導傳統產業技術升級、關鍵零組件與材料進口替代等績效，即將中科院成熟可供移轉之技術，尋求需要該技術之產業或廠商，然後整合資源成立研究課題，提供技術服務解決關鍵技術瓶頸，再透過訪查並診斷研析其可行性，最後組成技術服務團隊進行技術移轉。另以系統整合之專長，進行高附加價值模組件之創新開發，協助產業提升競爭力，整合軍用與民用科技，協助業界開拓軍方與民間市場。

- 3.振興傳統產業科技專案：以發展傳統產業共通性技術需求為基礎，將國防科技研發能量，轉化與協助特定傳統產業以精進其研發與產製技術，開發關鍵零組件、共通性基礎技術，提昇其產品競爭力，促進傳統產業技術深耕、升級或轉型。

本類科技專案於 2007 年度開始啟動，將協助國內之紡織、特殊金屬、化工、汽車零組件、食品機械、橡膠與光學組件等特定產業精進、深耕發展共通性基礎技術，以鞏固傳統產業之市場佔有，提高產品的附加價值。

### 2.2.3 軍通產合開發計畫

考量近年來政府預算短絀與軍品研發成本高漲，中華民國九十五年國防報告書將「軍民通用」作為國家科技發展主要策略之一，以推動科技研發與創新，擴大產業服務效益。2001年中科院成立「科技專案計畫室」綜理科技專案計畫，確實掌控並合理配置所有資源、整合業務與經濟部科技專案業務之溝通工作。國防二法施行後，依國防法第22條授權，訂定「國防部科技工業機構與法人團體從事研發產製維修辦法」、「國防部科技工業機構產品銷售辦法」、「國防部科技工業機構委託民間經營管理辦法」三項子法，配合國家政策，將原科技專案計畫室之組織與任務予以調整，開始將國防科技研發、經濟部科技專案計畫相結合，並更名為「軍通產合開發計畫」，專司軍通技術轉化與推廣機制建立與運作、軍品釋商專案及法人科技專案計畫之執行管考與成果推廣、全院智慧財產管理與授權制度的建立與運作、國防產業之建立等相關業務，其執行經濟部科技專案計畫之運作機制均遵循下述執行要點實施：

- 1.中科院所執行科技專案計畫應以「現有」國防科技進行產業關鍵性技術的開發與轉移為主。
- 2.科技專案計畫之建案，需根據產業界需求與政府產業政策，研擬計畫構想，以中科院核心技術進行技術整合，規劃跨領域之整合性計畫。
- 3.在完成內部核心技術規劃、跨領域性整合後，透過細項專案提案審查、邀請產、官、學、研專家進行計畫審查與整合。
- 4.在計畫執行與管制方面，藉由資訊管理系統之建置，並舉辦說明會、成果發表會等成果推廣活動與相關作業，以提昇全院科技專案執行成效與國內產業競爭力。
- 5.中科院每年就科技專案計畫之策略規劃與國內相關財團法人研究機構進行協商，規劃各領域分工，進而發揮研究機構間之互補功效，以避免研發領域重疊，造成資源的浪費。



### 2.3 我國科技專案之績效評估研究

自從政府宣示推行科技專案以來，國內學者對此類主題亦有相當的研究。其中，楊千（2000）探討法人科技專案績效評估做法，採用層級分析法（analytic herarchy process, AHP）建構成果、業界合作、技術擴散三個指標系統，並提出績效評估需考量單純化、可衡量性、實用性、客戶導向等因素。最後指出科技專案具有執行政府科技政策之任務，其訴求內涵會隨時空而有所改變，故績效評估亦應隨之檢討。

將運用資料包絡分析法評估我國科技專案研發效率之相關研究彙整如表 1。表內之研究對象有經濟部能源科技專案計畫：江協洲（1994）、黃志男（1997）、蘇雲一（1998）、袁建中等（1999）、林治廷（2000）；主導性新產品開發計畫：董鍾明（2001）；電子資訊業科技專案計畫：林月珠（2002）；業界開發產業技術計畫：方彥永（2003）。每位學者針對不同研究對象訂定不同的投入項（人力、經費、研發期程等）、產出項（專利、研究報告、技術移轉、技術報告、訓練報告、調查報告、衍生產品等）衡量指標，並據以評估各專案之執行效率。

國內針對軍品釋商科技專案，僅有劉潤深（2005）採用層級分析法配合模糊理論（fuzzy theory）發現業界、政府與中科院均認為需積極推動軍品委民產製政策，且加強釋商科技專案之技術輔導服務，研究結果顯示經濟部推動國防科技釋商之政策非常正確，業界反應也很熱烈，建議應考量納入國家長期科技政策來規劃推動，以提升業界之市場競爭力，擴大國家整體經濟效益。

綜上觀之，目前在軍品釋商科專計畫經費佔中科院科技專案計畫預算額度比重逐年提升之際，國內尚未有對釋商科技專案的執行績效進行分析研究。因此，本研究特以經濟部技術處法人科技專案內關鍵技術類科技專案之軍品釋商科技專案為例，將利用資料包絡分析法衡量此類專案在經費、人力等投入項目與成果產出之間是否符合效率原則，以提供主管單位日後資源配置之參考。

表1 運用資料包絡分析法評估我國科技專案研發效率之相關研究摘要表

作 者 (時間)	研究對象	投 入 指 標	產 出 指 標
江協洲 (1994)	經濟部能源科專計畫	研究人力、研究支出	專利權申請、專利權獲得、報告篇數、技術轉移、技術創新、成果研討會
黃志男 (1997)	經濟部能源科專計畫	博士人力、碩士人力、大專人力、總經費	專利申請、專利獲得、著作權、論文發表、技術報告、調查報告、訓練報告、技術引進、技術創新、技術研討會、成果說明會、技術移轉、技術服務、合作開發、委託研究、新聞報導
蘇雲一 (1998)	經濟部能源科專計畫	研究經費、博碩士研究人員、大專及其它人員	專利數、論文發表數、報告數、技術引進、技術轉移、合作研究、委託研究、研討會
袁建中等 (1999)	經濟部能源科專計畫	博碩士人力與大專人力、總經費	專利申請、專利獲得、著作權、技術報告、調查報告、訓練報告、技術引進、技術創新、技術研討會、成果說明會、技術服務、技術移轉、合作開發、委託研究、新聞報導
林志廷 (2000)	經濟部能源科專計畫	博士人力、碩士人力、大專人力、總經費	專利申請、專利獲得、著作權、論文發表、技術引進、技術創新、技術移轉
董鍾明 (2001)	經濟部主導性新產品開發計畫	補助款、配合款、自籌款、博碩研究人數、大專及其它研究人數	衍生產品、創新及非創新技術、衍生技術、專利權、著作權
林月珠 (2002)	經濟部科專計畫(電子資訊業)	總經費、總人力	專利申請數、論文數、技術研究報告數、業界參與金額數、研討會人數
郭雍信 (2003)	經濟部科專計畫	經費、人力、研究期程	研究報告與論文數、研討會場次、專利獲得及應用件數、技術引進件數、委託案及工業服務件數、技術轉移金額
方彥永 (2003)	經濟部業界開發產業技術計畫	政府補助款、廠商自籌款、投入總人力	轉委託研究、技術引進、研究報告、智慧財產

## 2.4 我國科技研發專案之績效評估

Lebas (1995) 認為績效評估是為了未來的目標而存在，更強調績效評估的方式會影響受評估組織的行為。而本研究係針對經濟部為研發更高層次的產業技術而推動之科技專案計畫進行績效評估，接著列舉國內科技研發計畫相關文獻其所選用之績效指標，藉以明瞭相關專案執行時所應努力的方向，避免違背政府推動各項科技研發專案的立意。

### 1. 國科會的科技計畫之績效評估指標

林嘉誠 (2003) 依據國科會訂頒之「政府科技計畫績效評估作業手冊」，辦理評估科技計畫成效，凡運用政府科技經費從事研究發展之計畫均適用。此計畫績效評估兼顧計畫之質、量指標評量，分為量化、非量化兩部分。其中，非量化指標包括學術成就、技術創新、經濟效益與社會影響等四類；量化指標則包括三項子指標系統：(1)計畫成果指標系統：包含期刊論文發表數、研討會論文數、著作權數、研究助理培訓人數、碩士培訓人數、博士培訓人數、發明專利申請數、新型新式樣專利申請數、新技術／品種引進項數、研討會／說明會次數與研究報告數等指標。(2)技術擴散與服務指標系統：包括專利授權、技術移轉與專業諮詢服務等指標。(3)衍生效益指標系統：包括合作廠商配合款金額、合作廠商參與計畫人數與相關經濟效益等。

### 2. 中華民國科學技術統計要覽之績效評估指標

中華民國科學技術統計要覽 (2006) 之科技投入與產出分析指標總覽中，投入項指標包括研發經費 (R&D expenditure) 與研發人力 (R&D personnel)，產出項指標則有學術性期刊論文篇數 (scientific publication)、專利數 (patents)、技術貿易額 (technology balance of payments) 等。

### 3. 經濟部科技專案績效評估總體報告

依據2006年立法院決議，要求針對科技專案訂定績效評估辦法並徹底執行，並將作為分配科技專案經費之基礎，所以，經濟部技術處編撰科技專案績效評估總體報告 (2006)，相關重要內容摘述說明如后：

- (1)彙整國內相關績效評估模式，有 IRON、IROT、IPRCE、GIPOTE 等模式中，參考各階段效益分析基礎，主要以投入指標，配合成果指標與經濟效益指標作為選取投入、產出項的依據。綜觀上述評估模式，主要投入項有研究經費、研究人力；成果指標有論文發表數、專利權、研究報告數、技術引進數等；經濟效益指標有產值、投資額。
- (2)在考量科技專案高風險、研發經濟效益遞延等特性，以及參考先進國家如美國前瞻技術計畫 (advance technology program, ATP)、歐盟研發計畫效益評估與OECD行為附加性評估等評鑑經驗後，律定出科技專案計畫績效評估原則。其指標內容依短期 (一至三年)、中期 (四至七年)、



長期（八年以上），輔以內外部效益、構面，列舉指標包含研發經費、研發人力、專利數、國內外論文、研究報告、技術移轉等。

(3)欲建立完善的績效評估，應有循序漸進的考量，美國 ATP 績效評估歷經15年演進，才受到學界與政界的重視；為使科技專案績效評估體系更加完備，應持續調整資料收集方式、建立多元的績效評估方法、重視科技專案計畫附加性的意涵。執行科技專案的任務是帶動整體產業發展，若能如實建構可完整展現專利獲得、技術移轉等量化表現，與彰顯經由技術擴散、產業人才培育與協助廠商技術能力提升等衍生質化成效，將使科技專案績效評估作業更為深化與廣化。

綜合上述，我們瞭解科技研發活動的績效多以設定指標來評估，將所有可展現研發專案成果的資訊，盡可能量化數據來衡量，接下來我們也來探討國外研發專案績效評估的相關研究。

## 2.5 國外研發專案之績效評估

Schumann et al. (1995) 認為研發活動是個相當複雜的系統，無法單憑一些衡量方法就能夠滿足所有需求，但如果將研發視為一種程序，分為投入 (input)、人員 (people)、程序 (processes)、產出 (outputs)、成果 (outcomes)，就可以有效地衡量績效。主張績效評估時必須先預測外部客戶與社會的需求，據此決定該有何種創新產出以符合內部客戶的需求，再決定該有何種投入。因此，分成人員、程序、產出、後果等四種基本衡量範疇。最後進行實際衡量時，則以內部、外部、末程、中程等衡量目標與四種基本衡量範疇組成的矩陣，據以選取衡量指標，此為 IPPOO 模式。其投入指標有設備、資金等；產出指標有專利、產品、出版品、資訊等。

此模式將研發之客戶由內部客戶延伸至外部客戶與社會層次，故其適用範圍不限於企業之研發部門，可擴及非營利之研發機構。其次，該模式亦強調應以市場驅動目標 (market-driven objectives) 來進行評估，並要求研發之產出應先符合外部客戶與社會之需求，可知此模式強調外部衡量重於內部衡量。最後，將研發活動對內部客戶、外部客戶、社會之影響統稱為後果，且並未對此後果究竟所指為何詳加說明，其用意就是要研究者視評估對象的性質再決定衡量準則。

Brown and Svenson (1998) 認為研發活動本身就是一個系統，依其進行程序，可以區分成五個階段，分別為投入 (inputs)、處理系統 (processing system)、產出 (outputs)、接受系統 (receiving system)、成果 (outcomes)，稱為 IPORO 模式。研發系統的投入項即是完成研發專案所需的人、資訊、構想、設備、設施、特殊需求、資金。處理系統 (研究、發展、測試、報告結果) 即指研發主體，旨在藉由撰寫研發計畫書、進行實驗、檢驗假說、報告結果而將投入轉為產出。產出項則包括專利、新產品、新製程、出版品、

事實真相、原則、或前所未聞的知識。接受系統則包含研發產出的各式各樣消費者，例如：行銷、規劃、製造、工程、作業等運用研發的產出與服務的部門。成果則是指對組織有價值的成就，當接受系統運用處理系統的產出以達成者，包含成本降低、銷售增加、產品改良、資本減少等。此外，研發系統還包括三項評估作業(1)期中衡量與回饋，指的是研發實驗室的自我衡量，並將所得資訊回饋給參與人員。(2)產出的衡量與回饋，通常是由品質控制部門提供此類衡量，並回饋給製造作業之用；產出通常是由品質、數量、成本三個構面來衡量。(3)成果衡量，研發設施對組織的真正價值只能由衡量成果而得。此三種衡量的結果均回饋至投入與處理程序。

將所有組織視為由不同的系統組成以生產產品或提供服務，本模式視研發活動為一程序，系統模式強調內部回饋機制，其以研發組織為系統核心，適用於企業內部之研發部門。其次，由於此系統強調回饋作用，期中衡量與回饋屬於內部衡量，而產出與成果衡量則屬外部衡量，即此模式兼顧內部與外部衡量。

Sohn and Moon(2004)指出南韓政府雖大量投資於資訊科技(information technology)產業領域的研發，但根據研究報告分析得知其所研發技術成功商業化的比例低於預期。為免浪費，遂針對資訊科技移轉中心1993至1997年間研發技術之商業化專案調查資料，採用資料包絡分析法之 BCC 模型輔以其他分析法，篩選出有效率商業化專案的關鍵成功因素，提供爾後公司嘗試發展或移轉新技術時的參考準則，期望所提出的方法可篩選出具有發展潛力的專案。

由上述研究觀之，研發可以提升企業對外的競爭優勢，針對研發經費當有良好的運用構想，研發專案的績效評估恰可為此探究出最好的準則，決策主管透過適時調整增減投入、產出要求，必可將研發費用發揮其最大投資價值。

## 2.6 經濟學之外部性理論

綜觀國內學者研究，一般績效評估忽略考量外部效益，然對中科院此類非營利組織而言，外部效益是相當重要的產出。且軍品釋商科技專案以中科院研發成果為技術移轉標的，是故於評估軍品釋商科技專案績效時，當考慮到其外部性（externalities）的影響效果。對中科院執行科技專案而言，除了本身有技術移轉授權金之內部收益以外，尚有參與廠商所獲得訂單之外部效益。依Rosen（1998）將前述內部效益與外部效益加總後合稱為社會效益。

近年來在經濟合作發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）中，國際間的技術貿易已是穩定成長，新創技術的擴散非常快速。Nadiri（1993）探討公司組織內研發投資的效益，研究結果顯示研發支出與產品成長、總生產力呈現高度的正相關，對公司內部報酬的貢獻度平均約有20~30%之間；亦根據實證資料指出研發具有相當大的外溢效果，對不同產業有不等的社會效益概約20%，甚或超過100%，其平均接近50%。這是外部性理論最早的實證研究。

在經濟學中，供給與需求兩者組合關係影響著均衡價格的變化，當供給減少（增加）或需求上升（下降）時，市場交易價格亦會隨之改變，以反應實際情況。先進學者對於外部性有明確的敘述，張清溪等（2004）認為是指人們的經濟行為有一部分的利益不能歸自己享受，或有部分成本不必自行負擔者。若是有自己無法享受的利益稱之為外部經濟（external economies），或外部效益（external benefits），也就是正外部性；當有自己不必負擔成本稱之為外部不經濟（external diseconomies），或外部成本（external costs），也就是負外部性。外部效益與外部成本兩者合稱為外部性，或外部效果（external effects），或外溢效果（spillover effects）。

在完全競爭的市場中，若有外部性效果存在，就會使得自由市場無法達到資源配置最大效率。本論文將運用正外部性之內涵，來解析中科院內部效益、合作廠商外部效益與社會效益三者之間的關聯。Rosen（1998）對正外部性的描述，假設一家公司從事研究發展，將邊際私人效益（marginal private benefits, MPB）、邊際外部效益（marginal external benefits, MEB）、邊際社會效益（marginal social benefits, MSB）、邊際成本（marginal costs, MC）標示如圖 4。其中，社會的最大效益發生在 $MSB=MC(R^*)$ 時。若無外部成本有外部效益時，則邊際成本代表邊際私人成本，也代表邊際社會成本；但邊際社會效益高於邊際私人效益，其超出部分 $ab=a'b'$ 等於邊際外部效益。

即是  $MSB = MPB + MEB$ ；換言之，其研發的社會效益＝私人效益＋外部效益。但自由市場中，公司對研發的投入考量成本因素後，其最適效率發生在  $MPB = MC(R_1)$  時，然而  $R_1 < R^*$ 。這是因為對公司內部而言，每年研發超過  $R_1$  後，每單位增加的成本大於所增加的收入，故不予投入。但就社會效益而言，在  $R_1$ 、 $R^*$  之間創造的研發，其每單位邊際社會效益大於邊際成本，故針對此外部性成因最好的處置辦法是將外部效果內部化，即 Pigou 主張對提供外部效益者加以補貼，故政府當以經費預算補貼、資助研發機構，利於持續進行創新科技的研究與發展，以達社會整體效益最大化。

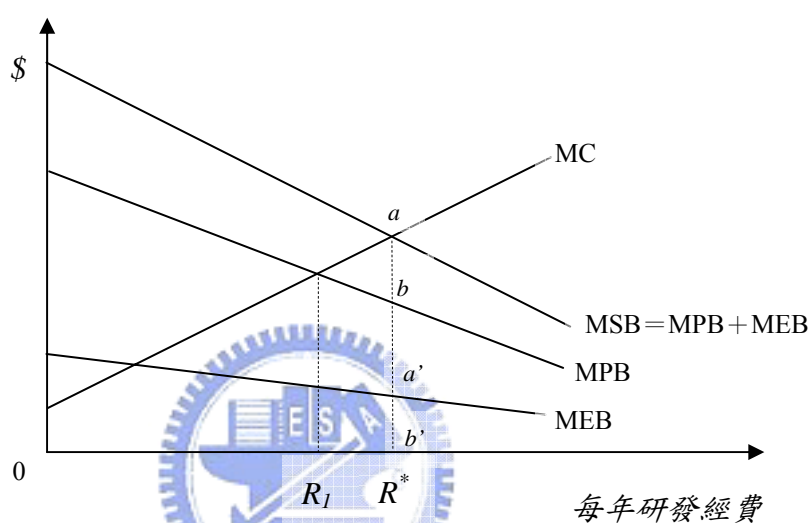


圖 4 經濟學之正外部性  
資料來源：Rosen (1998)



## 第三章 研究方法

賴士葆等（2005）認為專案是指一個具特定目標、有限期間、需協調整合某些相關活動以產生明確成果的一種獨特、非例行性或重複性的任務。雖然不同的專案有不同之目的，且類型繁多；但專案管理功能一般可分為草擬規劃、組織人事、執行控制、評估考核與成果報告等階段進行。績效評估應屬管理層面中之控制功能，用意在於瞭解原先規劃的執行進度與狀況，若超過相當的差異時，則應立即採取改正作為。更深一層的意義，則是冀希透過績效評估於事前或執行中防範可能產生的窒礙，以積極管理。因此，針對科技專案進行績效評估考核，目的在於讓政府推動的研發專案持續有效率，本章將介紹 Farrell 效率衡量概念、資料包絡分析法等內涵，作為第四章軍品釋商科技專案實證分析之研究方法。

### 3.1 效率衡量

效率（efficiency）的概念，在各領域運用的範圍相當廣泛，其主要是在於衡量資源被經濟地使用程度，資源是否有被適當的利用，使用效率之目的乃在於評估產業或廠商之生產力，並就分析結果提供廠商改善方向與策略。

從經濟學的角度觀之，就投入面而言，當產業或廠商在其他條件不變下，即使再增加投入項的數量時，也不會使產出項增加，則該產業或廠商為有效率的。就產出面而言，當產業或廠商在其他條件不變下，即使減少現有產出項的數量時，也不會使投入項減少，則該產業或廠商為有效率的。此即經濟學理論中之伯瑞圖效率（Pareto efficiency），也就是指在此種情況下，經濟體系內的任何改變均無法損害某些產業或廠商的利益。然而，就資源分配、產品觀念而言，則是意指在既定的生產水準下，追求成本極小化之投入組合；亦可指在既定的投入組合中，或固定成本下追求最大的產出水準。效率的提升往往代表單位成本下降或其附加價值增加，或是技術、資源的適當運用，所以常用投入／產出、產出／投入之比例值大小表示效率高低優劣。

Noel（2001）、Easton et al.（2002）均認為生產力是產出對投入的比率，至於其計算單位是否為價值或數量並不是很重要，同時也認為生產力與效率的差別在於生產力除了能表示效率外，也能表現效能（生產力=效率+效能），其中效能是無法數量化的。

效率衡量之目的即在評估組織之生產力，以作為評估績效與改善的依據。經濟學家一般會透過生產效率來瞭解組織如何有效地運用資源以進行生產行為，即利用生產函數來求得生產可能曲線。所謂生產可能曲線（或稱包絡線），就是在各種投入組合下，最大可能產出點之連線。舉凡落在生產可能曲線上的點，稱之為有效率的生產點；反之，非落在生產可能曲線上的點

則為相對無效率之生產點。一般而言，可將估計生產可能曲線的方法分為參數法（parametric approach）與無參數法（non-parametric approach）兩類：

1. 參數法：透過預設的生產函數來求得生產效率邊界，以進行生產力評估。由於營利組織之投入產出項目較易確認與量化，所以權數的取得較客觀，故一般營利組織大多以參數法評估效率。
2. 無參數法：不必事先預設生產函數即可求出其生產效率邊界。由於非營利組織具多元評估準則且不易確認其相對價值，對於投入項產出項之函數關係亦不顯著，故非營利組織大多以無參數法評估效率。如本研究為政府科技專案，且執行之中科院亦是非營利組織，故應以此類方法來評估執行績效。

綜上可知，效率不等於生產力。效率是組織經營中資源投入與產出之間的比率關係，效率的提昇為組織成長的動力，也是組織發展不可或缺的要件；而效能則為組織目標達成的程度。至於生產力則為上述兩者加總。

### 3.2 Farrell效率衡量的概念

Farrell (1957) 是非參數效率衡量的先驅，提出的生產邊界概念是一種確定性無參數前緣的觀念，確定性是指所有決策單位（decision making unit, DMU）之技術水準相同，面對共同的生產前緣；無參數前緣指未預設生產函數的型態；而生產邊界則為實際最大生產的可能組合，亦即由所有具完全效率的 DMU 組成。Farrell 當時只是針對單一產出來估計生產效率，假設在固定規模報酬下，提出以非預設生產函數方式來推估效率值，從生產面評估生產效率，分別計算各 DMU 之產出與投入比值，求得效率前緣，再連成所謂的包絡線（envelopment curve），凡落在包絡線上者，判定為相對有效率；落在包絡線以內者，則屬相對無效率，藉以評估比較各 DMU 之生產效率。而相對有效率者，表示其不被其他 DMU 所凌駕（dominated），即其他 DMU 均未能以較低的投入量達到同一產出水準，或以相同投入量生產更多的產出量，此即經濟學中所提之 Pareto 最適境界。其理論主要基於三個假設：

1. 生產前緣（production frontier）是由具有完全效率的決策單位所構成，相對無效率的決策單位皆位於此邊界之外。
2. 固定規模報酬下，增加一單位的投入，可以得到一等比例之產出。
3. 生產前緣曲線是凸向原點，每點之斜率皆為負值。

Farrell 所主張的效率概念，將總效率（overall efficiency, OE）定義為技術效率（technical efficiency, TE）與配置效率（allocative efficiency, AE）兩者的乘績，利用數學規劃方法來求得效率值。其內容說明如后：

1. 技術效率：是指廠商在既定的技術水準下，有效運用給定的投入要素，以達到最大產出能力。利用 DMU 與效率前緣的相對關係，即可求得技術



效率值。

2. 配置效率：是指廠商在既定的技術水準與要素價格下，使生產要素投入組合之比例分配最適，以達到成本極小化，即可求得配置效率值。
3. 同時達到完全技術效率與配置效率，則總效率為技術效率與配置效率兩者的乘績。

在圖 5 中，以兩種投入要素（ $x_1$ 、 $x_2$ ）、單一產出（ $y$ ）的生產為例，假設在固定規模報酬下，則生產函數可表示為：

$$y = f(x_1, x_2)$$

$$f(x_1/y, x_2/y) = 1$$

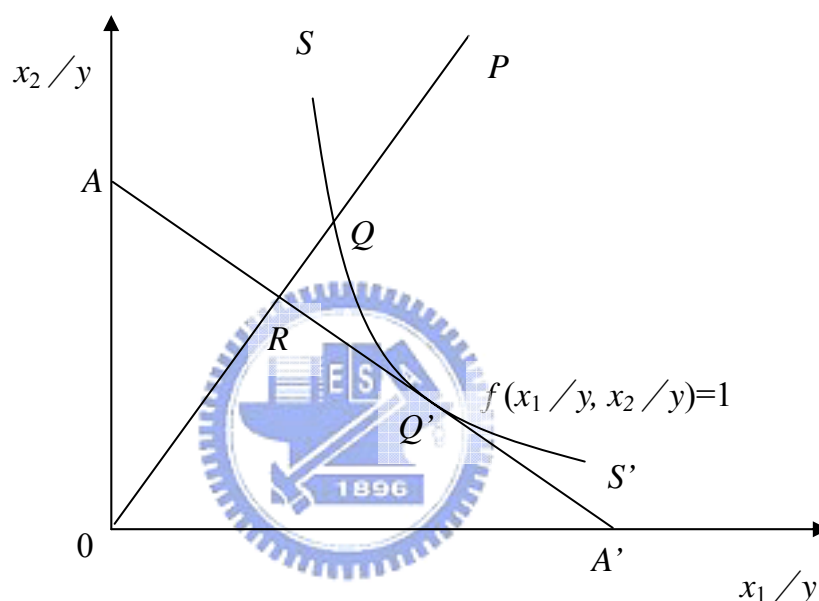


圖5 Farrell 生產效率衡量

資料來源：Farrell (1957)

#### 1. 技術效率 (TE)

SS' 為等產量線 (isoquant)，表示生產一單位  $y$  所需  $x_1$ 、 $x_2$  之最小可能組合，實際生產組合必是在 SS' 線之右上方。在不考慮生產要素價格下，Farrell 將等產量線 SS' 作為生產效率前緣，並定義此線上每一點皆具有完全技術效率，故等產量曲線上之  $Q$  與  $Q'$  點其技術效率值皆為 1。即  $TE=1$ ，則為具有完全技術效率；若  $TE < 1$ ，則代表技術相對無效率。對  $P$  點而言， $Q$  點為其投射至等產量線 SS' 上的投影點。也就是說， $Q$  點與  $P$  點具有相同產出量，但  $Q$  之投入要素  $x_1$ 、 $x_2$  組合成本較低；在相同產出水準下， $Q$  點投入量為  $P$  點的  $OQ / OP$  倍，故可用  $OQ / OP$  衡量  $P$  點的技術效率。由此得知衡量方式為原點與效率前緣間之距離除以原點與 DMU 之距離；若以產出面來解釋，則  $P$  點以相同的投入量卻僅能達到  $Q$  點的  $OP / OQ$  倍產出。因此  $P$  點的技術效率可定義為：

$$TE_P = OQ / OP = 1 - QP / OP$$

$$0 \leq TE_P \leq 1。$$

#### 2. 配置效率 (AE)

AA'為等成本線，兩投入要素  $x_1$ 、 $x_2$  的相對價格比為AA'斜率，在生產時若為AA'與SS'相切點，Q' 即是達到最小成本。雖然 Q 點和 Q' 點均達完全技術效率，但 Q' 點的生產成本僅為 Q 點的  $\overline{OR} / \overline{OQ}$  倍，也就是其配置效率。若  $AE=1$ ，則為具有完全的配置效率；若  $AE<1$ ，則為配置無效率。當 DMU 使用的投入要素比例相等時，會有一樣的價格效率，所以 P 點的配置效率為  $\overline{OR} / \overline{OQ}$ ， $AE_P$ 值 $<1$ 。

### 3. 總效率 (OE) = 技術效率 (TE) × 配置效率 (AE)

對 P 點而言，其總效率  $OE_P = (\overline{OQ} / \overline{OP}) \times (\overline{OR} / \overline{OQ}) = \overline{OR} / \overline{OP} < 1$ ，表示若在技術和價格上都達完全效率，其投入成本只需目前的  $\overline{OR} / \overline{OP}$  倍。

## 3.3 資料包絡分析法

在圖 6 中，以單一投入產出的生產行為為例，比較 DEA 與參數法間的差異，可發現參數法的目標式，是一條穿越所有 DMU 的最佳化迴歸線，以特定的函數型式（如  $y=ax+b$ ）表示自變數與應變數之間的對應關係，其函數型式一般多以最小平方方法來估算，且要事先對誤差項的分配做特定的假設（如獨立且具常態分配）。而 DEA 則是由具伯瑞圖效率的 DMU 所組成之效率前緣，不需先假設函數型式，藉由最佳化每個 DMU 的績效量度來瞭解其優劣程度，並透過與具有效率 DMU 的比較，可提供如何改善績效的方向；而不像統計迴歸，只是描述一個虛擬的平均數。

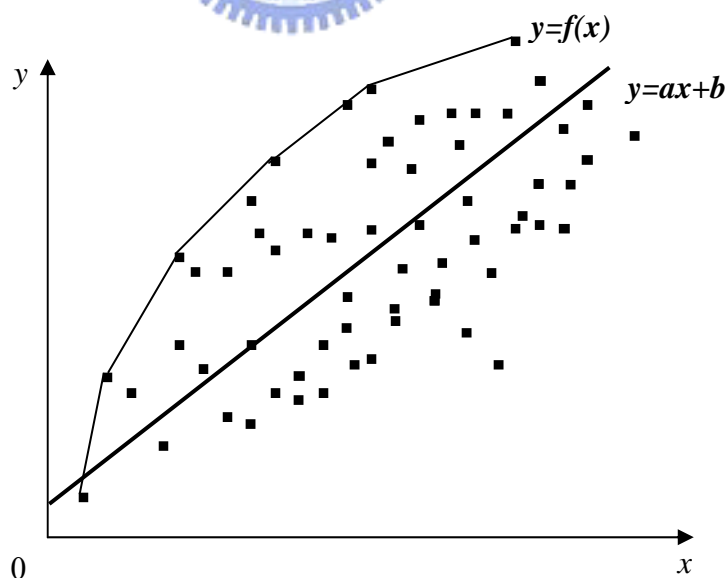


圖 6 資料包絡分析法與迴歸分析之概念比較

資料來源：管中閔（2004）、Coelli et al.（2005）

如圖 6 所示， $x$ 表投入， $y$ 代表產出，連接最外圍 DMU 即成包絡線。

凡落在生產前緣所形成之包絡線上者，即為相對有效率的 DMU；反之，落在包絡線以內者，即為相對無效率。所謂的相對，係指 DMU 的組成分子若有所改變，效率值也會跟著變化。

Farrell 提出前述的衡量效率架構後，之後 20 年間僅有少數學者應用此效率衡量方法，直到 Charnes et al. (1978) 將 Farrell 所提出的理論方法加以改良，在固定規模報酬假設下，將「兩投入 / 單一產出」衡量技術效率的方法推展至「多投入 / 多產出」的概念，並將此方法定名為資料包絡分析法，而其所用評估模型稱為 CCR 模型。所以，資料包絡分析法為非參數生產邊界之效率衡量法，不需事先預設產出與投入間的函數型式，以及對殘差項若干假設，可減少許多不必要的限制。將所有評估的對象相互比較求得其效率值，此法與其他評估方法最大不同處，在於引用生產函數觀念進行效率評估。且將 DEA 之分數模式藉由線性規劃技巧而求出生產邊界，並以此計算出個別 DMU 的相對效率值；最後應用對偶定理 (duality theory) 求得模式所具備的經濟意義指標。是故，資料包絡分析法被廣泛應用於實證研究。Coelli et al. (2005) 以圖 7 說明資料包絡分析法產出導向之兩產出 ( $y_1, y_2$ ) 模型，圖中決策單位有 A、B、C、P、Q 等五個，D、A、B、C、E 所連成邊界為生產可能曲線 (production possibility curve, PPC)，即給定資源限制 (投入) 下最大產出組合所連成的軌跡。A、B、C 處於生產可能曲線上屬有效率者，P、Q 未處於生產可能曲線上屬無效率者。若 P' 是 P 投射至生產可能曲線上的投射點，對 P 而言：

$$0 \leq TE_P = \overline{OP} / \overline{OP'} \leq 1$$

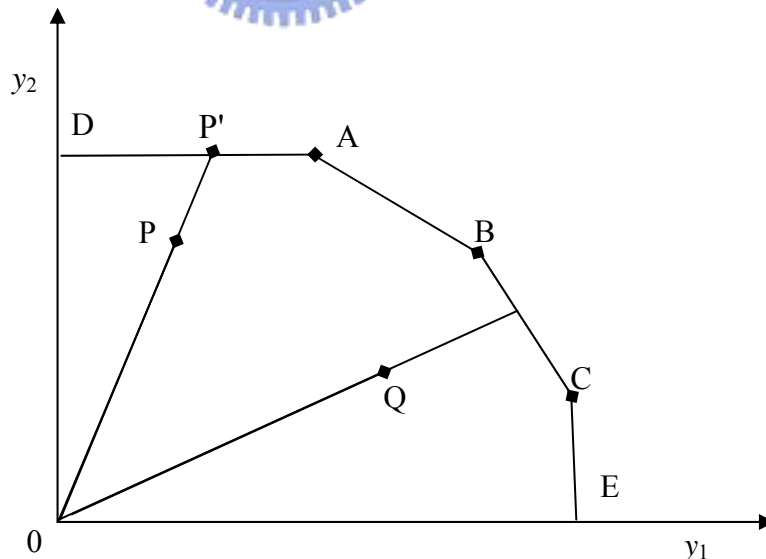


圖7 資料包絡分析法之產出導向概念

資料來源：Coelli et al. (2005)

### 3.3.1 產出導向之 CCR 模式

資料包絡分析法各個模式中有投入與產出導向兩種模型，對於模式的選擇端視主管單位對投入或產出項目的控制能力程度。本研究之科技專案計畫乃是在補足產業界之研發能量，誘導產業主動地持續投入研發，期能在政府核定的經費額度內，以更有效的研發流程規劃與管理，增加更多的成果產出，故本研究以產出導向來探討，即在相同投入水準下比較產出之達成狀況。假設有  $n$  個 DMU，使用  $m$  種投入  $x_i$ ，生產  $s$  種產出  $y_r$ ，則第  $k$  個 DMU 之相對效率值可由下式求得：

$$\underset{\phi, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n}{\text{Max}} \phi \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{rk} - s_{rk}^+ = 0; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_{ik}^- = x_{ik}; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

其中， $\phi \geq 1$ ，為效率值之倒數

$\lambda$  是 DMU<sub>k</sub> 對所有 DMU 之模仿權重

$y_{rj}$  代表第  $j$  個 DMU 第  $r$  項產出值

$y_{rk}$  代表第  $k$  個 DMU 第  $r$  項產出值

$x_{ij}$  代表第  $j$  個 DMU 第  $i$  項投入量

$x_{ik}$  代表第  $k$  個 DMU 第  $i$  項投入量

$s_{ik}^-$  代表投入項之差額變數 (slack variable)

$s_{rk}^+$  代表產出項之超額變數 (surplus variable)

本模式求解時，若達到 Pareto 最適境界，則 DMU<sub>k</sub> 的效率值將等於 1，且  $s_{ik}^{-*} = s_{rk}^{+*} = 0$ 。反之，若未達到 Pareto 最適境界，則 DMU<sub>k</sub> 的效率值將小於 1，則須考量減少投入量  $\Delta x_{ik}$ 、增加產出量  $\Delta y_{rk}$ ，方能達到相對有效率。所以，針對相對無效率之 DMU<sub>k</sub> 欲達到完全效率，可以下述之差額變數分析來改善。

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (x_{ik} - s_{ik}^{-*}); \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\Delta y_{rk} = (\theta^* y_{rk} + s_{rk}^{+*}) - y_{rk}; \quad r = 1, \dots, s \quad (3)$$



### 3.3.2 產出導向之 BCC 模式

前述 CCR 模式係假設在固定規模報酬的情況下衡量各 DMU 之相對效率，也就是說，當投入量等比例增加（減少）時，產出亦應等比例增加（減少）。Boussofiane et al. (1991) 說明生產過程可能屬於規模報酬遞增或規模報酬遞減，尤其是對無效率 DMU 而言，其無效率之原因可能源自於不同規模報酬之營運，因此透過瞭解個別 DMU 所處之規模報酬狀態，可提供管理者更多改善的資訊。Banker et al. (1984) 將 CCR 模型、生產可能集合的四個假設，以及 Shephard 距離函數合併，導出用以衡量純技術效率 (pure technical efficiency, PTE) 與規模效率 (scale efficiency, SE) 之 BCC 模式，即是整體技術效率 (overall technical efficiency, OTE) 等於純技術效率與規模效率兩者的乘積。

以產出導向之 BCC 模式來評估效率，其考量係在相同的投入水準下，要生產多少的產出量，才能夠成為有效率的 DMU。假設有  $n$  個 DMU，使用  $m$  種投入  $x_i$ ，生產  $s$  種產出  $y_r$ ，則第  $k$  個 DMU 之相對效率值可由下式求得：

$$\text{Max } \phi_{\phi, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_l} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{rk} - s_{rk}^+ = 0; \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_{ik}^- = x_{ik}; \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{aligned}$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

其中， $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  為凸性限制式

$\phi \geq 1$ ，為效率值之倒數

$\lambda$  是 DMU<sub>k</sub> 對所有 DMU 之模仿權重

$y_{rj}$  代表第  $j$  個 DMU 第  $r$  項產出值

$y_{rk}$  代表第  $k$  個 DMU 第  $r$  項產出值

$x_{ij}$  代表第  $j$  個 DMU 第  $i$  項投入量

$x_{ik}$  代表第  $k$  個 DMU 第  $i$  項投入量

$s_{ik}^-$  代表投入項之差額變數

$s_{rk}^+$  代表產出項之超額變數

本模式求解時，若達到Pareto最適境界，則DMU<sub>k</sub>的效率值將等於1，且 $s_{ik}^{-*} = s_{rk}^{+*} = 0$ 。反之，若未達到Pareto最適境界，則DMU<sub>k</sub>的效率值將小於1，則須考量減少投入量 $\Delta x_{ik}$ 、增加產出量 $\Delta y_{rk}$ ，方能達到相對有效率。對於一個無效率DMU<sub>k</sub>，欲達到最適境界之效率目標，同樣地可由限制式得知需做以下之調整：

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (x_{ik} - s_{ik}^{-*}); \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$\Delta y_{rk} = (\theta^* y_{rk} + s_{rk}^{+*}) - y_{rk}; \quad r = 1, \dots, s \quad (6)$$

由上兩式可知，對於無效率 DMU 需要減少投入 $\Delta x_{ik}$ 與增加產出 $\Delta y_{rk}$ 才可達到有效率，此即 BCC 模式之產出導向的差額變數分析。

綜合可知，CCR 模式與 BCC 模式是資料包絡分析法中，最常用來評估效率的兩種基本模式，其他尚有加法模式、乘法模式、配置效率模式和擁擠模式等，有興趣的讀者可參閱高強等（2003）、孫遜（2004）等著書。

### 3.3.3 應用程序

Golany and Roll（1989）將資料包絡分析法應用經驗發展為詳細的使用程序，其流程步驟為：(1)定義與選擇具高同質性的決策單位（DMU）以進行分析。(2)決定具有相關性且適合的投入與產出，便於對前項 DMU 進行相對效率分析。(3)應用 DEA 模式與評估分析實證結果。

為準確應用資料包絡分析法於實務上，於此將Charnes et al.（1994）、駱豐裕（2004）、孫遜（2004）等研究所得之應用程序說明如后：

#### 1. 定義並選擇決策單位

DEA 旨在評估一組 DMU 間的相對效率，各單位需具備高度的同質性，方可有效進行分析。否則不相關的單位間比較，無法分辨是 DMU 間外在差異或因內部管理的無效率，致使評估結果缺乏內容效度。所謂同質性高是指各決策單位具有下述特質：

- (1)受評估單位有相同的目標，執行相似的工作。
- (2)處在相同的市場環境下運作。
- (3)有相同之投入產出項。

DMU 與投入產出項指標間之個數有一定的限制，每增加一投入產出項則會降低 DEA 之鑑別力（discriminating power）；但 DMU 個數若太少，則不易找出生產效率邊界。為了維持 DEA 模型對效率排序之區別能力，DMU 之數量需依循 Golany and Roll（1989）之經驗法則：「受評估之 DMU 個數至少應為投入項與產出項個數總和的兩倍」。若其個數太少，可利用 DEA 之視窗分析（window analysis）使其個數增加，如將原先以年度為期，改以月或季計算，如此 DMU 個數將會

因時間的縮短而增加，符合個數大於投入產出項總數兩倍的要求。

本研究應用資料包絡分析法，選定2004年至2006年間經濟部技術處「中科院軍品釋商科技專案」之應結案專案。在相同的市場環境，每個專案由中科院與廠商共同執行，透過協同開發或技術移轉以建立合格軍品供應商為目標；而每個專案所投入經費、人力與研發產出項指標相同，僅數額大小不同，基本上符合同質性之要求。

## 2. 投入產出績效指標之選取

初步選擇時，應廣泛將所有指標項目列入考量，惟所選定的投入產出項指標應與專案目標相匹配，否則會影響到績效衡量的結果。一般而言，選取投入與產出項時應依照一定規則並謹慎選擇。針對投入產出項目標之產生方式可利用相關研究文獻、經驗判斷法、非 DEA 之量化方法與 DEA 模式之試行來實施指標變數篩選，茲將其步驟說明如后：

### (1) 相關研究文獻

- ① 利用資料庫，蒐集國內外期刊論文。
- ② 利用研究機構圖書資料系統，蒐集國內外研究報告。

### (2) 經驗判斷法

經驗判斷法是藉由與相關領域的專家晤談，再將初期已列出之所有可能指標進行篩檢，在篩檢時須注意：

- ① 此指標與專案目標是否相關？對目標是否有貢獻？
- ② 受篩選的指標是否比其他指標更能明確顯現適當的訊息？
- ③ 受篩選的指標是否包含與技術效率相衝突的部分？
- ④ 受篩選的指標其效力或信效度如何？
- ⑤ 有關指標之資料是否容易取得？

### (3) 非 DEA 之量化方法：如因素分析（factor analysis）。

- ① 變數指標可否用數量價值衡量，如以經費、人數或數量等作為衡量項目。
- ② 資料包絡分析法中決策單位之任何投入項的增加，不應導致產出的減少，即須符合同向性（isotonicity）。即投入與產出之間應是正相關，此特性可以統計之相關分析來加以檢驗。

所謂同向性檢定，乃利用相關係數檢定任一產出項與投入項間是否具有同向性，即任一產出項與任一投入項之相關係數必須為正。

### (4) DEA 模式之試行

經過前述步驟篩檢出的指標，接著將其載入DEAP軟體中試行，以做最後階段的確認。由於固定規模報酬模式的結果是總效率，最能顯示出 DMU 之差異性，故通常以其模式作為試行的模式。在試行時，若發現有指標在各 DMU 所顯示的乘數甚小者，即表示此指標對總效率值之影響微弱，必須將之刪除。

### 3. 應用 DEA 模式與分析結果

所選取之 DMU、投入產出項指標與效率衡量需有密切的關聯。剛開始選取的指標並不一定符合分析目的所需，必須利用 Golany and Roll (1989) 研究所得之流程重複試行來篩選，直至滿足實證分析目的為止。本研究之實證分析將包含下述評估結果分析：

(1) 效率值分析：瞭解造成無效率之原因，是來自技術或規模的無效率。

根據 Norman and Stoker (1991) 所建議的判斷標準，將所評估之 DMU 區分成四類，以瞭解每個專案執行效率的優劣。

① 強勢效率單位：此類決策單位的總效率值為 1，且出現在許多有效率決策單位的參考集合中，出現在其他參考集合之次數愈多，隱含其超越無效率決策單位之強度愈高。因此，除非其投入產出項有重大的變動，否則均可維持為有效率者。

② 邊際效率單位：此類決策單位的總效率值為 1，而在參考集合出現的次數為 1 次或 2 次（包括本身的參考集合）。若產出項值有小幅的降低或投入要項有小幅的增加，則其效率值有可能因此降至 1 以下，淪為無效率者。

③ 邊際無效率單位：此類決策單位的總效率值小於 1，但大於 0.9。若對投入產出項予以適當調整，即可提升為有效率者。

④ 明顯無效率單位：此類決策單位的總效率值小於 0.9。若想在短期內改善為有效率者較為困難。若有效率值低於 0.75 者，除非有重大的突破，否則很難改善其無效率評等。

(2) 規模報酬分析：判斷 DMU 是否處於最適生產規模。若規模效率不等於 1 時，則可藉由規模大小的改變使效率值提升，透過 DEA 規模報酬的結果來決定規模需擴大或縮小。若處於規模報酬遞增（increasing returns to scale, IRS），則應擴大規模；若處於規模報酬遞減（decreasing returns to scale, DRS），則應縮小規模；若處於固定規模報酬（constant returns to scale, CRS），則表示該 DMU 的生產規模已是最適境界。

(3) 被參考次數分析：做為無效率 DMU 競爭比較之參考，當某 DMU 出現在參考集合的次數愈多，表示該 DMU 有效率的強度愈強。

(4) 效率排序：找出最佳模範生，提供無效率者之改進參考。



### 3.3.4 特性與限制

DEA 屬於前緣推論法的一種，若小心謹慎使用，將可成為強而有力的分析工具。茲將此法之特性、限制說明如后：

#### 1. 特性

- (1)可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)此法所求得效率前緣是一綜合指標，而非平均值，可同時評估不同環境下 DMU 之效率值。
- (3) DEA 所得之效率值是相對效率指標，可瞭解組織的資源使用狀況，進而提供管理者決策時參考。
- (4)可同時處理定性（qualitative）與定量（quantitative）因素。
- (5)能因應不可控制因素而做調整。
- (6)可處理模式中類別變數（categorical variables）存在問題。
- (7)不需預先設定投入與產出之函數關係。
- (8)必要時可容許主觀判斷。
- (9)為伯瑞圖最適的（Pareto optimal）。
- (10)相對有效率之 DMU 需滿足產出與投入比為 1 之要求。
- (11)投入產出之加權值由線性規劃產生，不受人為主觀因素的影響，符合公平的原則。
- (12)可提供相對無效率的 DMU 產出不足或是投入過多的資訊。

#### 2. 限制：

- (1)對資料極具敏感性，所有投入與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，易受到錯誤極端值的影響。
- (2)受評估對象間需具有高度的同質性，且盡量採用正式資料，否則衡量的效果不佳。
- (3)DEA 所得到的結果為相對效率，並非絕對效率。其用途不在於確定投入或產出的單位價值，而是用來衡量效率。
- (4)DMU 之個數至少須為投入與產出項個數和之兩倍，否則無法明確區隔有效率者。
- (5)在計算任何 DMU 之效率值，須建立一個線性規劃式。

## 第四章 實證分析

根據第三章之研究方法，本章利用中科院軍品釋商科技專案計畫的執行成果資料，探討本研究所欲使用評估模式之可行性，並藉分析專案之評估結果來衡量實際績效，找出可提供專案改善之參考資訊。首先說明決策單位與資料來源，接著選定投入項、產出項指標，最後採用 DEA 衡量釋商科技專案效率，並分析實證結果，歸納出相對有效率科技專案的關鍵因素。

### 4.1 決策單位與資料來源

透過中科院軍通產合開發計畫取得初級資料，成果統計資料範圍是 2004 至 2006 年經濟部技術處「中科院軍品釋商科技專案」第一期之應結案專案，共有 41 項，案內各專案詳列如表 2，分成機械與運輸領域 17 項專案、通訊與光電領域 9 項專案，以及材料與化工領域 15 項專案。每個專案執行時程不等，一年期有 19 項，二年期有 13 項，三年期則有 9 項。

在瞭解科技專案的計畫內容後，因不同專案擬定發展之技術項目亦有所差異。以軍品釋商科技專案計畫而言，其下有分項計畫，且分項計畫可細分成數個子計畫。本研究將每個子計畫視為獨立的專案，以其為決策單位，各專案執行期間分別有一年、二年與三年。根據 Sueyoshi (1995) 提出多期的效率評估概念，其所用 DEA 特色在於修訂 Farrell 之效率評估模式，提出總時間效率概念，用以分析不同時間點的效率值。Rubenstein and Geisler (1991) 亦認為績效評估結果無法令人信服，是因為評估者在專案尚在執行階段時就進行評估，以致無法完整反映出專案整體績效。因此，本文對二、三年期的專案應將多年執行成效累積加總再進行績效評估，不可把各年階段執行成果看成單獨之專案，以免評估結果缺乏內容效度。

再者，因軍品釋商科技專案計畫第一期從 2004 至 2006 年，根據主計處統計國內這三年期間物價確有波動，故本研究遂利用國內生產毛額平減指數 (GDP deflator) 來剔除物價變動因素。針對本研究所有非僅於 2004 年執行的專案，以 2004 年為基期，利用主計處公佈之平減指數計算每個專案所投入或產出項的實質價值。

### 4.2 投入項與產出項之選取

根據第二章文獻回顧，本研究評估效率所選取之投入項、產出項主要參考：(1)國內運用資料包絡分析法評估我國科技專案效率文獻之投入產出項指標。(2)國科會科技計畫之績效指標。(3)中華民國科學技術統計要覽之投入產出項指標。(4)經濟部科技專案績效評估總體報告之投入產出項指標。(5)中科院軍品釋商科技專案計畫書。

針對產出項之選取考量，乃運用經濟學的外部性理論，將前述相關產出項指標參照第二章所述加以篩選。就中科院而言，其內部效益以技術移轉授權金收入數衡量，合作廠商之外部效益以廠商獲得訂單總數衡量，以上為可以金錢數額量化之效益。為求周全，本研究最後納入非金錢效益之執行成果，以建立合格廠商數、專利數、論文數與研究報告來衡量。最後將所選定之投入項與產出項列舉如圖 8，以下逐項說明所選取之投入項、產出項定義：

## 1. 投入項

- (1)研發經費 ( $x_1$ )：中科院執行軍品釋商科技專案計畫所獲得經濟部之補助經費數。
- (2)研究人力 ( $x_2$ )：中科院執行軍品釋商科技專案計畫所投入之人力總數，每人不可超過 1 人年。
- (3)研發時程 ( $x_3$ )：中科院執行軍品釋商科技專案計畫所使用之時間，以月計算。

## 2. 產出項

- (1)技術移轉授權金收入數 ( $y_1$ )：廠商因使用計畫專利、文件、know-how 等智財成果，所需繳交之研發成果使用權利金，其額度依軍品項目訂單效益、技術之市場價值、合作案規模、廠商支付能力等因素，由產學研委員會與合作廠商共同商定。
- (2)廠商獲得訂單數 ( $y_2$ )：專案執行期間，在合作廠商建立軍品研製能量後，自中科院或國軍，透過購案招標程序，競標取得之國防軍品訂單，以及運用所獲得之技術，結合本業開發民生產品，所衍生之民生產業效益。
- (3)建立合格廠商數 ( $y_3$ )：專案執行期間，協助合作廠商在完成國防部工合會報相關程序後，獲得特定項次軍品研製能力之認證，納入適用採購法之合格廠商名單，後續軍品量產時得採選擇性招標，有效保障專案合作廠商權益。若同一合作案內，依規定分類有多件品項，則以分類品項數計數。
- (4)專利數 ( $y_4$ )：在專案執行期間內，執行單位向國內外之專利主管機關申請專利，經審查、公告等程序後，所獲證之專利件數（本計畫係執行軍品開發與釋商，所申請之專利應以不影響國家安全與軍事機密為限）。
- (5)論文數 ( $y_5$ )：包含期刊論文與研討會論文。在 2006 年經濟部科技專案績效評估總體報告指出，論文與研究報告兩項對後續研究能量的累積與應用極為重要，有助於技術發展；且期刊與論文數量可反應研究機構之創新研發能量。中科院執行科專計畫乃在釋出國防關鍵技術，恰可以期刊論文等為媒介，將重要研發成果書面化利於技術推廣。
  - ①期刊論文：在專業性期刊上刊登的文章，其本文部份一般包括引言、方法、結果與討論，並有參考文獻。研究機構自行發行之專業性期刊可予計算；但在職進修之博碩士論文不包括在內。
  - ②研討會論文：參加專門性會議所發表之論文，且尚未在專業性期刊發表者。

表2 2004至2006年中科院軍品釋商科技專案計畫內容

機 械 與 運 輸 領 域	A 1 .推進○○○系統研製計畫
	A 2 .○○慣導系統研製計畫
	A 3 .彈用推進○○機械模組研製計畫
	A 4 .彈用推進○○控制模組研製計畫
	A 5 .熱像目獲○○追蹤模組研製計畫
	A 6 .數位驅動○○器研製計畫
	A 7 .無人飛行○○機體結構研製計畫
	A 8 .無刷○○○系統研製計畫
	A 9 .渦輪扇引擎○○○相關組件研製計畫
	A10.高壓○○○閉迴路柱塞泵研製計畫
	A11.共用型軍用發射○○裝備技術研製計畫
	A12.共用型軍用發射○○○控制器技術研製計畫
	A13.無線射頻（RFID）○○系統研製計畫
	A14.小型軍用○○遙控靶機系統研製計畫
	A15.數位飛控○○研製計畫
	A16.機動○○控制器產製計畫
	A17.○○○操控器產製計畫
通 訊 與 光 電 領 域	B 1 .○○雷達開發計畫
	B 2 .主動相位○○雷達收發模組技術計畫
	B 3 .高解析度微波○○組件研製計畫
	B 4 .高性能○○○行波管放大器研製計畫
	B 5 .太康○○○系統研製計畫
	B 6 .○○○紅外線影像器研製計畫
	B 7 .飛彈○○○○用單晶研製計畫
	B 8 .雷達○○系統研製計畫
	B 9 .○○○計算機研製計畫
材 料 與 化 工 領 域	C 1 .高機能○○○軍品材料技術發展計畫
	C 2 .○○○鋁型材關鍵技術發展計畫
	C 3 .防護鋼板○○○○發展計畫
	C 4 .高性能抗彈薄鋼板○○○○發展計畫
	C 5 .○○天線系統研製計畫
	C 6 .○○繞線技術發展計畫
	C 7 .○○雷殼繞線技術發展計畫
	C 8 .飛彈○○○耐燒蝕複合材料技術發展計畫
	C 9 .○○○酚樹脂預浸料研製計畫
	C10.高性能抗彈陶瓷○○○組件技術發展計畫
	C11.通訊用○○○○模組應用開發計畫
	C12.高性能○○控制翼研製技術計畫
	C13.玻璃融封○○○應用開發計畫
	C14.微波○○材料應用開發計畫
	C15.奈米銀○○○技術開發計畫



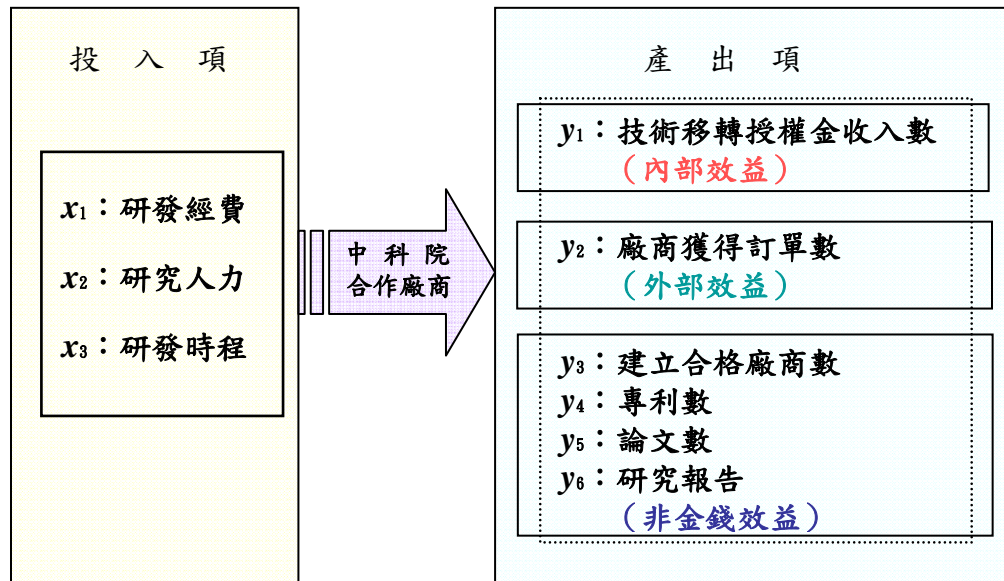


圖8 選定之投入項與產出項

(6)研究報告 ( $y_6$ )：包含技術報告、調查報告與訓練報告，以實際產出且經技術資料保管單位登記編號者為準，並包含委託外界研究所產出之報告。

- ①技術報告：從事某項技術開發，在設計、配方、程式、製程、分析、測試等研究活動中所產出的技術性報告，此報告除摘要部份可予公開外，本文部份除技術移轉授權、論文發表、專利申請外，不得任意公開。
- ②調查報告：針對特定產業、產品或技術從事資料、資訊之收集、分析、預測所獲致的研究調查報告。
- ③訓練報告：指二週以上之在職進修、研修、訓練等活動所獲致之心得報告。報告內需包含訓練目的、內容、效益與攜回之文件清單。

本研究以軍品釋商科技專案計畫為研究對象，期望建構國內軍品研製供應鏈體系，逐步實現國防自主的國家安全政策目標。每個專案皆訂有特定軍品研製技術移轉項目，文中以技術移轉授權金收入數，建立合格廠商家數、廠商獲得訂單數等為 DEA 法之產出項，分別代表合作廠商已建置該專案所訂技術能量才會支付授權金，亦通過認證納入適用採購法之合格廠商名單中，如此才有產能接單生產。由上可知，軍品釋商科技專案計畫中各專案的政策目的可反應在本研究所採用之產出項中。

#### 4.2.1 產出項與投入項之相關性分析

選定投入項、產出項後，接著需先檢定投入項與產出項間是否具有同向性，即投入增加產出不得減少；採用SAS 8.01軟體進行相關分析，若是有某項投入（產出）指標與其他產出（投入）指標呈現負相關，應檢討原因後去除該指標或與其他類似指標合併。本研究產出項與投入項的相關係數分析如表 3，經過相關分析後發現所有產出與投入項之間均呈正相關，僅少部分投入產出指標間呈現低度相關，主要的原因乃是該專案的部分產出項成果為 0。綜上得知，產出項與投入項共有 9 項，而研究對象 DMU 有 41 項專案，符合 Golany and Roll (1989) 之經驗法則，即是滿足受評估單位之個數至少應為投入項個數與產出項個數總和之兩倍，因此可以資料包絡分析法開始進行分析。

表3 產出項與投入項之相關係數分析表

	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	y <sub>5</sub>	y <sub>6</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>
y <sub>1</sub>	1.0000								
y <sub>2</sub>	0.3273 [0.0367]	1.0000							
y <sub>3</sub>	0.7699 [<.0001]	0.3086 [0.0497]	1.0000						
y <sub>4</sub>	0.4868 [0.0012]	0.2288 [0.1501]	0.3776 [0.0150]	1.0000					
y <sub>5</sub>	0.4569 [0.0027]	0.1871 [0.2415]	0.1690 [0.2908]	0.3383 [0.0305]	1.0000				
y <sub>6</sub>	0.6494 [<.0001]	0.3032 [0.0540]	0.7433 [<.0001]	0.2949 [0.0612]	0.2177 [0.1715]	1.0000			
x <sub>1</sub>	0.9712 [<.0001]	0.3350 [0.0323]	0.7419 [<.0001]	0.4701 [0.0019]	0.4837 [0.0014]	0.6932 [<.0001]	1.0000		
x <sub>2</sub>	0.9610 [<.0001]	0.3101 [0.0485]	0.7433 [<.0001]	0.4823 [0.0014]	0.4720 [0.0018]	0.6883 [<.0001]	0.9922 [<.0001]	1.0000	
x <sub>3</sub>	0.7290 [<.0001]	0.1405 [0.3809]	0.7517 [<.0001]	0.4950 [0.0010]	0.1892 [0.2362]	0.5131 [0.0006]	0.7345 [<.0001]	0.7305 [<.0001]	1.0000

註：[ ]內為 p 值

#### 4.2.2 產出項與投入項之敘述統計量分析

產出項與投入項之敘述統計結果如表 4。在所有 41 個軍品釋商科技專案中，平均廠商獲得訂單數為 115,834.60 千元，標準差為 155,961.17；平均獲得專利數為 0.95 件，標準差為 1.36；平均研究報告數為 7.85 篇，標準差為 10.27；即表示上述三項的產出在所有專案中有很大的差異。

表4 產出項與投入項之敘述統計量

單位：新台幣

產 出 / 投 入 指 標	最 小 值	最 大 值	平 均 數	標 準 差
技術移轉授權金收入數 ( $y_1$ , 千元)	810.53	11,261.63	3,578.19	2,990.07
廠商獲得訂單 ( $y_2$ , 千元)	0.00	825,791.90	115,834.60	155,961.17
建立合格廠商數 ( $y_3$ , 家)	1.00	11.00	3.46	2.48
專利數 ( $y_4$ , 件)	0.00	5.00	0.95	1.36
論文數 ( $y_5$ , 篇)	0.00	12.00	3.98	2.77
研究報告 ( $y_6$ , 篇)	1.00	52.00	7.85	10.27
研發經費 ( $x_1$ , 千元)	6,748.00	108,613.80	29,590.73	25,695.34
研究人力 ( $x_2$ , 人)	3.00	56.30	15.90	13.43
研發時程 ( $x_3$ , 月)	12.00	36.00	21.07	9.59

### 4.2.3 資料包絡分析法模式選取

資料包絡分析法最常被應用的是 CCR 與 BCC 模式，投入或產出導向之選擇端視主管單位對投入產出項之控制能力而定，政府推行科技專案計畫冀能補強產業研發不足之處，在有限經費下，期望透過更完善的管理增加成果產出，採用第三章所載之兩模式產出導向來進行效率分析，利用DEAP 2.1版套裝軟體，分析計算2004至2006年軍品釋商科技專案計畫中每個專案的相關效率值與所處規模報酬階段。

### 4.3 資料包絡分析法實證分析

運用經濟學之外部性理論，就中科院而言，其所獲得收益視為內部效益，合作廠商所獲得收益視為外部效益，後續將分成以下三個模式來進行軍品釋商科技專案的效率評估，茲將各模式之產出投入項彙整如表 5。

- (1)模式一：中科院內部效益下之軍品釋商科技專案的效率評估。
- (2)模式二：社會效益下之軍品釋商科技專案的效率評估。
- (3)模式三：併入非金錢產出社會效益下之軍品釋商科技專案的效率評估。

表5 三種模式之產出項與投入項比較表

分 類	產 出 項	投 入 項	模 式 特 色
模 式 一	技術移轉授權金收入數	研發經費 研究人力 研發時程	在本模式中，僅以中科院本身之內部收益來評估每個專案的效率。
模 式 二	技術移轉授權金收入數 廠商獲得訂單數	研發經費 研究人力 研發時程	在本模式中，從整體社會角度，以中科院內部收益、合作廠商外部收益來評估每個專案的效率。
模 式 三	技術移轉授權金收入數 廠商獲得訂單數 建立合格廠商數 專利數 論文數 研究報告	研發經費 研究人力 研發時程	前兩模式僅考量金錢收益，本模式從社會角度，且納入非金錢產出，來評估每個專案的效率。

#### 4.3.1 模式一

僅考量中科院之內部效益下，以研發經費 ( $x_1$ )、研究人力 ( $x_2$ )、研發時程 ( $x_3$ ) 為投入項，以技術移轉授權金收入數 ( $y_1$ ) 為產出項，利用產出導向之 CCR 與 BCC 模式求得總效率、純技術效率、規模效率、被參考次數、參考集合，以及規模報酬，將分析結果彙整如表 6。其中，總效率值是利用 CCR 模式求得，若總效率值為 1 者，則為有效率專案；若小於 1 者，則為無效率專案，可透過降低投入或增加產出使其成為有效率專案。利用 BCC 模式求得純技術效率，若其值為 1 者，代表此專案在效率前緣上；若其值小於 1 者代表專案位於效率前緣內。因總（整體技術）效率是純技術效率與規模效率的乘績，故可以此求得規模效率；而規模效率小於 1 者，則必須增加或減少投入；至於是增加或減少投入則須視總效率、純技術效率與非規模報酬遞增模式下效率三者來判斷規模報酬。當該專案所處為規模報酬遞減時以 DRS 表示，以 IRS 表示規模報酬遞增，以 CRS 表示固定規模報酬時。

##### 1. 分析評估結果

- (1)根據表 6 評估結果顯示，僅有 2 個專案總效率值為 1，佔 4.88%。包括：A1、C11。
- (2)在總效率值不為 1 者，有 4 個專案為技術有效率者，佔 9.75%，代表其雖為無效率專案卻仍在效率前緣上，其問題是發生在規模上，因此需要增加或降低其規模，使其成為有效率者。包括：A11、A13、C4、C6。
- (3)其他的總效率值不為 1 者，有 11 個專案的規模效率為 1，佔 26.83%，其窒礙在於技術上，也就是產出太少，需增加產品，以成為有效率者。包括：A2、A6、A7、A14、A15、C1、C3、C5、C7、C10、C14。
- (4)除(2)、(3)外，其餘的總效率值不為 1 者，則視需要調整規模，亦需增加產出，共有 24 個專案，佔 58.54%。包括：A3、A4、A5、A8、A9、A10、A12、A16、A17、B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、C2、C8、C9、C12、C13、C15。



表6 中科院內部效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估

專案代號	總效率	純技術效率	規模效率	被參考次數	參考集合	規模報酬
A 1	1.000	1.000	1.000	18	A 1	CRS
A 2	0.803	0.803	1.000	0	A 1, C11	CRS
A 3	0.592	0.649	0.911	0	A13, C 6	IRS
A 4	0.575	0.667	0.863	0	A13, C 6	IRS
A 5	0.422	0.457	0.924	0	C 4, C 6	IRS
A 6	0.578	0.578	1.000	0	A 1, C11	CRS
A 7	0.680	0.680	1.000	0	A 1, C11	CRS
A 8	0.662	0.758	0.873	0	A13, C 6	IRS
A 9	0.640	0.713	0.897	0	A13, C 6	IRS
A10	0.489	0.573	0.853	0	A13, C 6	IRS
A11	0.918	1.000	0.918	2	A11	DRS
A12	0.712	0.946	0.752	0	A11	DRS
A13	0.915	1.000	0.915	14	A13	IRS
A14	0.677	0.677	1.000	0	A 1, C11	CRS
A15	0.428	0.428	1.000	0	A 1, C11	CRS
A16	0.784	0.888	0.883	0	A13, C 6	IRS
A17	0.718	0.805	0.891	0	C 6, A13	IRS
B 1	0.723	0.801	0.903	0	A 1, A11	DRS
B 2	0.670	0.729	0.918	0	C11, A1	DRS
B 3	0.461	0.500	0.921	0	A 1, C11	DRS
B 4	0.847	0.933	0.907	0	A13, C 6	IRS
B 5	0.511	0.595	0.859	0	A13, C 6	IRS
B 6	0.792	0.860	0.921	0	C11, A 1	DRS
B 7	0.655	0.734	0.892	0	A13, C 6	IRS
B 8	0.758	0.844	0.898	0	C11, A 1	DRS
B 9	0.480	0.565	0.849	0	A13, C 6	IRS
C 1	0.793	0.793	1.000	0	C11, A 1	CRS
C 2	0.740	0.813	0.910	0	C 4, C 6	IRS
C 3	0.776	0.776	1.000	0	C11, A 1	CRS
C 4	0.960	1.000	0.960	2	C 4	IRS
C 5	0.915	0.915	1.000	0	A 1, C11	CRS
C 6	0.843	1.000	0.843	15	C 6	IRS
C 7	0.413	0.413	1.000	0	A 1, C11	CRS
C 8	0.568	0.660	0.861	0	C11, A 1	DRS
C 9	0.681	0.766	0.888	0	A13, C 6	IRS
C10	0.494	0.494	1.000	0	C11, A 1	CRS
C11	1.000	1.000	1.000	17	C11	CRS
C12	0.795	0.989	0.804	0	A13	IRS
C13	0.870	0.978	0.890	0	A 1, C11	DRS
C14	0.778	0.778	1.000	0	A 1, C11	CRS
C15	0.664	0.751	0.884	0	A13, C 6	IRS
平均數	<b>0.702</b>	<b>0.764</b>	<b>0.922</b>	—	—	—

經過效率結果評估後，將各專案在效率上的分佈情形整理如表 7，發現在僅考量中科院內部效益下以資料包絡分析法評估，整個軍品釋商科技專案計畫中，僅有 4.88%的專案屬於有效率者，不到一成的效率單位實有偏低的現象，其餘過半數（58.54%）的專案不但總效率不為 1，且技術效率都不及 1，顯示需針對這些專案之技術與規模加強管理。另外，表 8 說明僅14.63%的專案處於效率前緣上，超過八成（85.37%）的專案位於效率前緣內。

表7 模式一的效率評估結果分佈

分 類		專 案 個 數	所 佔 百 分 比
總 效 率 值 = 1	純 技 術 效 率 = 1	2	4.88%
總 效 率 值 ≠ 1	純 技 術 效 率 = 1	4	9.75%
	規 模 效 率 = 1	11	26.83%
各 項 效 率 值 皆 不 為 1		24	58.54%
總 和		41	100.00%

表8 模式一的效率前緣分佈

分 類	專 案 個 數	所 佔 百 分 比
效 率 前 緣 上	6	14.63%
效 率 前 緣 內	35	85.37%
總 和	41	100.00%

## 2.效率分類

根據 Norman and Stoker (1991) 所建議之判斷標準，將所評估的專案區分成四類，以瞭解每個專案在效率表現上的優劣，並整理效率分類情形如表 9。

- (1)強勢效率單位：此類專案的總效率值為 1，且出現在許多有效率決策單位的參考集合中，出現在參考集合之次數愈多，隱含其超越無效率決策單位之強度愈高。因此，除非其投入產出項有重大的變動，否則均可維持為有效率者。包括：A 1、C11。
- (2)邊際效率單位：此類專案的總效率值為 1，而在參考集合出現的次數為 1 次或 2 次（包括本身的參考集合）。若產出項值有小幅的降低或投入要項有小幅的增加，則其效率值有可能因此降至 1 以下，淪為無效率者。本研究對象無此類專案。
- (3)邊際無效率單位：此類專案的總效率值小於 1，但大於 0.9。若對投入、產出項予以適當調整，即可提升為有效率者。包括：A11、A13、C 4、C 5。

(4)明顯無效率單位：此類專案的總效率值小於 0.9。若想在短期內改善為有效率者較為困難。包括：A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、A 7、A 8、A 9、A10、A12、A14、A15、A16、A17、B 1、B 2、B 3、B 4、B 5、B 6、B 7、B 8、B 9、C 1、C 2、C 3、C 6、C 7、C 8、C 9、C10、C12、C13、C14、C15。

表9 模式一的效率分類

分 類		專案個數	所 佔 百 分 比		
有 效 率 單 位	強 勢 效 率 單 位	2	4.88%	4.88%	
	邊 際 效 率 單 位	0	0.00%	0.00%	
無 效 率	邊 際 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	3	7.32%	9.76%
		規 模 效 率＝1	1	2.44%	
		其 他	0	0.00%	
單 位	明 顯 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	1	2.44%	85.36%
		規 模 效 率＝1	10	24.39%	
		其 他	24	58.53%	
總 和		41	100.00%	100.00%	

效率分類將專案分成有效率單位與無效率單位。有效率單位即是總效率值等於 1 之專案。再者，將有效率單位分成強勢效率單位與邊緣效率單位，強勢效率單位表示其被參考次數大於 1，邊緣效率單位表示其被參考次數只有 1 次。最後，對無效率單位而言，參考集合便是其改善的標竿，就A2專案而言，其學習模範生便是A1、C11等專案。

為瞭解各領域別每個專案效率分佈情形，統計不同領域別邊緣無效率單位與明顯無效率單位個數，將分類計算結果整理成表10。從表內可知，通訊與光電領域之無效率專案所佔比例（100%）為最高，顯示此領域內之專案效率不佳，其餘領域之無效率單位所佔比例亦超過90%。由此可知，若以此效率分類角度來衡量軍品釋商科技專案計畫，則通訊與光電領域內之專案效率偏低。

表10 模式一之不同領域別無效率專案的比例

分 類	機械與運輸領域	通訊與光電領域	材料與化工領域
邊際無效率單位	2	0	2
明顯無效率單位	14	9	12
上 述 兩 項 合 計	16	9	14
領域內專案總數	17	9	15
佔領域內百分比	94.12%	100.00%	93.33%

### 3.規模報酬分析

由表11可知，所有軍品釋商科技專案計畫中，有19個專案的規模報酬處於規模報酬遞增，應加以擴大規模；有 9 個專案的規模報酬處於規模報酬遞減，應加以縮小規模；餘13個專案的規模報酬處於固定規模報酬，表示此等專案已達最適的生產規模。

表11 模式一的規模報酬分析

分 類	專 案 代 號	專案個數	百 分 比
規模報酬遞增	A 3、A 4、A 5、A 8、A 9、A10、A13、A16、A17、B 4、B 5、B 7、B 9、C 2、C 4、C 6、C 9、C12、C15	19	46.34%
固定規模報酬	A 1、A 2、A 6、A 7、A14、A15、C 1、C 3、C 5、C 7、C10、C11、C14	13	31.71%
規模報酬遞減	A11、A12、B 1、B 2、B 3、B 6、B 8、C 8、C13	9	21.95%
總 和		41	100.00%

### 4.被參考次數分析

參考集合所包含 DMU 是無效率者學習的對象，當某 DMU 出現在參考集合次數愈多，表示該 DMU 有效率的強度愈強。由表 6 得知，模範生有A 1（18次）、C11（17次）、C 6（15次）、A13（14次）、A11（2次）、C 4（2次）；其餘則皆未被參考。

### 5.效率排序

效率的分類是為了瞭解每個專案本身與其他專案分別落在何種集群中，但何者的排序最好則需考量公平原則、一致性，以免偏頗。以 Farrell 技術效率為基礎，本研究以下述原則進行所有專案的效率排序：

- (1)純技術效率：先以純技術效率值進行排序，若純技術效率值小於 1 則為無效率前緣單位。對於無效率前緣單位，以純技術效率值的大小來排序，其效率值越大代表越接近效率前緣，效率越好。
- (2)總效率：若純技術效率值皆為 1 時，當以總效率值進行排序，若總效率值小於 1 則屬於效率前緣單位。此類決策單位的差異在於規模效率的大小，即總效率值越大表示規模報酬越佳，排序越好。
- (3)被效率單位參考次數：當純技術效率值為 1 且總效率值也為 1 時，以被效率單位參考次數來排序。若被效率單位參考次數是 1 時，則屬於邊緣效率單位；然若被效率單位參考次數大於 1 時，則屬於強勢效率單位。
- (4)被參考次數：參考集合意謂著標竿學習的對象，被參考次數越多表示其為模範生，亦是無效率者的改善目標。若經過前述程序步驟，尚有排序相同者，便可以被參考次數的多少來排序。

表12即是依序按純技術效率、總效率與被參考次數原則進行效率排序的結果。其中，A 1被認為是績效最好的專案，其次是C11、C 4；C 7則是績效最差的專案。



表12 模式一的效率排序

排 名	專案代號	總 效 率	純技術效率	被參考次數
1	A 1	1.000	1.000	18
2	C11	1.000	1.000	17
3	C 4	0.960	1.000	2
4	A11	0.918	1.000	2
5	A13	0.915	1.000	14
6	C 6	0.843	1.000	15
7	C12	0.795	0.989	0
8	C13	0.870	0.978	0
9	A12	0.712	0.946	0
10	B 4	0.847	0.933	0
11	C 5	0.915	0.915	0
12	A16	0.784	0.888	0
13	B 6	0.792	0.860	0
14	B 8	0.758	0.844	0
15	C 2	0.740	0.813	0
16	A17	0.718	0.805	0
17	A 2	0.803	0.803	0
18	B 1	0.723	0.801	0
19	C 1	0.793	0.793	0
20	C14	0.778	0.778	0
21	C 3	0.776	0.776	0
22	C 9	0.681	0.766	0
23	A 8	0.662	0.758	0
24	C15	0.664	0.751	0
25	B 7	0.655	0.734	0
26	B 2	0.670	0.729	0
27	A 9	0.640	0.713	0
28	C 8	0.568	0.660	0
29	A 7	0.680	0.680	0
30	A14	0.677	0.677	0
31	A 4	0.575	0.667	0
32	A 3	0.592	0.649	0
33	B 5	0.511	0.595	0
34	A 6	0.578	0.578	0
35	A10	0.489	0.573	0
36	B 9	0.480	0.565	0
37	B 3	0.461	0.500	0
38	C10	0.494	0.494	0
39	A 5	0.422	0.457	0
40	A15	0.428	0.428	0
41	C 7	0.413	0.413	0

### 4.3.2 模式二

依經濟學的外部性理論，除考量中科院之內部效益外，加入合作廠商之外部效益，前述兩者構成社會效益。改以研發經費（ $x_1$ ）、研究人力（ $x_2$ ）、研發時程（ $x_3$ ）為投入項；以技術移轉授權金收入數（ $y_1$ ）、廠商獲得訂單數（ $y_2$ ）為產出項，利用產出導向之 CCR 與 BCC 模式求得總效率、純技術效率、規模效率、被參考次數、參考集合與規模報酬，將分析結果彙整如表 13。其中，利用 CCR 模式求得總效率值，若總效率值為 1 者，則為有效率專案；若小於 1 者，則為無效率專案，可透過降低投入或增加產出使其成為有效率專案。以 BCC 模式求得純技術效率，其值為 1 者，代表此專案在效率前緣上；若其值小於 1 者，代表此專案位於效率前緣內。又總（整體技術）效率是純技術效率與規模效率的乘績，故可以此求得規模效率；而規模效率小於 1 者，則必須增加或減少投入，至於是增加或減少投入則須視總效率、純技術效率與非規模報酬遞增模式下效率三者來判斷。當該專案所處為規模報酬遞減時則需降低規模，以 DRS 表示；若當該專案所處為規模報酬遞增時則需增加規模，以 IRS 表示；而當專案所處為固定規模報酬時，則表示處於最適規模狀態，以 CRS 表示。

#### 1. 分析評估結果

- (1)根據表13評估結果顯示，有 4 個專案總效率值為 1，佔 9.73%，包括：A 1、A13、C 2、C11。
- (2)在總效率值不為 1 者，有 3 個專案為技術有效率者，佔 7.32%，代表其雖為無效率專案然而卻仍在效率前緣上，其問題是發生在規模上，因此需要增加或降低其規模，使其成為有效率者。包括：A11、C 4、C 6。
- (3)其他的總效率值不為 1 者，有 3 個專案的規模效率為 1，佔 7.32%，其窒礙在於技術上，也就是產出太少，需增加產品，以成為有效率者。包括：A 2、A 7、C14。
- (4)除(2)、(3)外，其餘的總效率值不為 1 者，則視需要調整規模，亦需增加產出，共有31個專案，佔75.60%。包括：A 3、A 4、A 5、A 6、A 8、A 9、A10、A12、A14、A15、A16、A17、B 1、B 2、B 3、B 4、B 5、B 6、B 7、B 8、B 9、C 1、C 3、C 5、C 7、C 8、C 9、C10、C12、C13、C15。

表13 社會效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估

專案代號	總效率	純技術效率	規模效率	被參考次數	參考集合	規模報酬
A 1	1.000	1.000	1.000	19	A 1	CRS
A 2	0.803	0.803	1.000	0	A 1, C11	CRS
A 3	0.598	0.649	0.921	0	C 6, A13	IRS
A 4	0.581	0.667	0.871	0	A13, C 6	IRS
A 5	0.425	0.459	0.927	0	C 4, C 2, C 6	IRS
A 6	0.605	0.630	0.959	0	C11, C 2, A 1	DRS
A 7	0.680	0.680	1.000	0	A 1, C11	CRS
A 8	0.662	0.758	0.874	0	A13, C 6	IRS
A 9	0.646	0.713	0.906	0	C 6, A13	IRS
A10	0.491	0.573	0.858	0	A13, C 6	IRS
A11	0.918	1.000	0.918	1	A11	DRS
A12	0.713	0.972	0.734	0	C 2, A 1	DRS
A13	1.000	1.000	1.000	14	A13	CRS
A14	0.697	0.715	0.974	0	C 2, C11, A 1	DRS
A15	0.435	0.442	0.985	0	C 2, C11, A 1	DRS
A16	0.798	0.888	0.899	0	A13, C 6	IRS
A17	0.723	0.805	0.898	0	C 6, A13	IRS
B 1	0.723	0.801	0.903	0	A11, A 1	DRS
B 2	0.679	0.742	0.916	0	C 2, A 1, C11	DRS
B 3	0.501	0.538	0.930	0	C 2, C11, A 1	DRS
B 4	0.851	0.933	0.912	0	C 6, A13,	IRS
B 5	0.511	0.595	0.859	0	A13, C 6	IRS
B 6	0.792	0.860	0.921	0	C11, A 1	DRS
B 7	0.655	0.734	0.892	0	C 6, A13	IRS
B 8	0.758	0.844	0.898	0	C11, A 1	DRS
B 9	0.481	0.565	0.851	0	A13, C 6	IRS
C 1	0.809	0.836	0.968	0	A 1, C 2, C11	DRS
C 2	1.000	1.000	1.000	12	C 2	CRS
C 3	0.779	0.784	0.993	0	C 2, C11, A 1	DRS
C 4	0.960	1.000	0.960	1	C 4	IRS
C 5	0.951	0.985	0.965	0	A 1, C 2, C11	DRS
C 6	0.876	1.000	0.876	14	C 6	IRS
C 7	0.482	0.528	0.912	0	A 1, C 2, C11	DRS
C 8	0.569	0.660	0.863	0	C11, A 1	DRS
C 9	0.681	0.766	0.888	0	C 6, A13	IRS
C10	0.512	0.530	0.967	0	C 2, A 1, C11	DRS
C11	1.000	1.000	1.000	17	C11	CRS
C12	0.795	0.989	0.804	0	A13	IRS
C13	0.870	0.978	0.890	0	A 1, C11	DRS
C14	0.778	0.778	1.000	0	A 1, C11	CRS
C15	0.707	0.751	0.941	0	A13, C 6	IRS
平均數	<b>0.719</b>	<b>0.779</b>	<b>0.923</b>	—	—	—

經過效率結果評估後，將每個專案在效率上的分佈情形整理如表14，發現在考量社會效益下以資料包絡分析法評估，整個軍品釋商科技專案計畫中，有 9.76%的專案屬於有效率者，不到一成的效率單位尚有偏低的現象；其餘超過半數（75.60%）的專案不但總效率不為 1，且技術效率都不及 1，顯示需針對這些專案之技術與規模特別加強管理。另外，表15說明有17.08%的專案處於效率前緣上，超過八成（82.92%）的專案位於效率前緣內。

表14 模式二的效率評估結果分佈

分 類		專 案 個 數	所 佔 百 分 比
總 效 率 值 = 1	純 技 術 效 率 = 1	4	9.76%
總 效 率 值 ≠ 1	純 技 術 效 率 = 1	3	7.32%
	規 模 效 率 = 1	3	7.32%
各 項 效 率 值 皆 不 為 1		31	75.60%
總 和		41	100.00%

表15 模式二的效率前緣分佈

分 類	專 案 個 數	所 佔 百 分 比
效 率 前 緣 上	7	17.08%
效 率 前 緣 內	34	82.92%
總 和	41	100.00%

## 2.效率分類

根據 Norman and Stoker (1991) 建議的標準，將所評估之 DMU 區分成四類，以瞭解每個專案在效率表現上的優劣，並整理效率分類情形如表 16。

- (1)強勢效率單位：此類專案其效率表現較佳，即使稍微增加投入或是降低產出不會影響其效率的評比，共有 4 個專案佔 9.76%，包括：A1、A13、C2、C11。
- (2)邊際效率單位：此類專案雖是有效率者，但只要稍微增加投入或降低產出就會使其落入無效率者。本研究對象無此類專案。
- (3)邊際無效率單位：此類無效率專案接近有效率者，介於效率或無效率邊緣，比較容易使其成為有效率者，共 3 個專案佔 7.32%。包括：A11、C4、C5。
- (4)明顯無效率單位：此類專案便是需要特別注意且加強管理的專案，共 34 個專案佔82.92%。包括：A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A12、A14、A15、A16、A17、B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、C1、C3、C6、C7、C8、C9、C10、C12、C13、C14、C15。



表16 模式二的效率分類

分 類			專案個數	所 佔 百 分 比	
有 效 率 單 位	強 勢 效 率 單 位		4	9.76%	9.76%
	邊 際 效 率 單 位		0	0.00%	0.00%
無 效 率 單 位	邊 際 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	2	4.88%	7.32%
		規 模 效 率＝1	0	0.00%	
		其 他	1	2.44%	
	明 顯 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	0	0.00%	82.92%
		規 模 效 率＝1	3	7.32%	
		其 他	31	75.60%	
總 和			41	100.00%	100.00%

效率分類將專案分成有效率單位與無效率單位。有效率單位即是總效率值等於 1 之專案。再者，將有效率單位分成強勢效率單位與邊緣效率單位，強勢效率單位表示其被參考次數大於 1；邊緣效率單位表示其被參考次數只有 1 次。最後，對無效率單位而言，參考集合便是其改善學習對象，就A 5專案而言，其學習的模範生便是C 4、C 2、C 6等專案。

為瞭解各領域別專案的效率分佈情形，統計不同領域別邊緣無效率單位與明顯無效率單位個數，將分類計算結果整理成表17。從表內可知，通訊與光電領域之無效率專案所佔比例（100%）為最高，顯示此領域內之專案效率不佳；其餘領域之無效率專案所佔比例亦超過80%。由此可知，若以此效率分類角度來衡量軍品釋商科技專案計畫，發現其整體效率值尚屬不佳。

表17 模式二之不同領域別無效率專案的比例

分 類	機械與運輸領域	通訊與光電領域	材料與化工領域
邊際無效率單位	1	0	2
明顯無效率單位	14	9	11
合 計	15	9	13
領域內專案總數	17	9	15
佔領域內百分比	88.26%	100.00%	86.67%

### 3.規模報酬分析

由表18可知，所有軍品釋商科技專案計畫中，有17個專案的規模報酬處於規模報酬遞增，應加以擴大規模；有17個專案的規模報酬處於規模報酬遞減，應加以縮小規模；另有 7 個專案的規模報酬處於固定規模報酬，表示此等專案已達最適的生產規模。

表18 模式二的規模報酬分析

分 類	專 案 代 號	專案個數	百分比
規模報酬遞增	A 3、A 4、A 5、A 8、A 9、A10、A16、A17、B 4、B 5、B 7、B 9、C 4、C 6、C 9、C12、C15	17	41.46%
固定規模報酬	A 1、A 2、A 7、A13、C 2、C11、C14	7	17.08%
規模報酬遞減	A 6、A11、A12、A14、A15、B 1、B 2、B 3、B 6、B 8、C 1、C 3、C 5、C 7、C 8、C10、C13	17	41.46%
總 和		41	100.00%

### 4.被參考次數分析

出現於參考集合之 DMU 是無效率者學習的對象，若在參考集合出現的次數愈多，表示其有效率的強度愈強。由表13得知，模範生共有 A 1 (19次)、C11 (17次)、A13 (14次)、C 6 (14次)、C 2 (12次)、A11 (1次)、C 4 (1次)；其餘則皆未被參考。

### 5.效率排序

效率的分類是為了能讓人瞭解所有專案的效率表現，其類別越差表示越需要加以改善。若要更清楚每個專案間的優劣，可用排序的方式來展現；以 Farrell 技術效率為基礎，表19即是按純技術效率、總效率與被參考次數原則進行效率排序的結果。其中，A 1 被認為是表現最好的專案，其次是C11、A13；A15則是表現最差的專案。

表19 模式二的效率排序

排 名	專案代號	總 效 率	純技術效率	被 參 考 次 數
1	A 1	1.000	1.000	19
2	C11	1.000	1.000	17
3	A13	1.000	1.000	14
4	C 2	1.000	1.000	12
5	C 6	0.876	1.000	14
6	C 4	0.960	1.000	1
7	A11	0.918	1.000	1
8	C12	0.795	0.989	0
9	C 5	0.951	0.985	0
10	C13	0.870	0.978	0
11	A12	0.713	0.972	0
12	B 4	0.851	0.933	0
13	A16	0.798	0.888	0
14	B 6	0.792	0.860	0
15	B 8	0.758	0.844	0
16	C 1	0.809	0.836	0
17	A17	0.723	0.805	0
18	A 2	0.803	0.803	0
19	B 1	0.723	0.801	0
20	C 3	0.779	0.784	0
21	C14	0.778	0.778	0
22	C 9	0.681	0.766	0
23	A 8	0.662	0.758	0
24	C15	0.707	0.751	0
25	B 2	0.679	0.742	0
26	B 7	0.655	0.734	0
27	A14	0.697	0.715	0
28	A 9	0.646	0.713	0
29	A 7	0.680	0.680	0
30	A 4	0.581	0.667	0
31	C 8	0.569	0.660	0
32	A 3	0.598	0.649	0
33	A 6	0.605	0.630	0
34	B 5	0.511	0.595	0
35	A10	0.491	0.573	0
36	B 9	0.481	0.565	0
37	B 3	0.501	0.538	0
38	C10	0.512	0.530	0
39	C 7	0.482	0.528	0
40	A 5	0.425	0.459	0
41	A15	0.435	0.442	0

### 4.3.3 模式三

依經濟學之外部性理論，以中科院之內部效益、合作廠商之外部效益構成社會效益。前兩小節僅考量收入與訂單等金錢產出收益，現併入非金錢產出收益，改以研發經費 ( $x_1$ )、研究人力 ( $x_2$ )、研發時程 ( $x_3$ ) 為投入項；以技術移轉授權金收入數 ( $y_1$ )、廠商獲得訂單數 ( $y_2$ )、建立合格廠商數 ( $y_3$ )、專利數 ( $y_4$ )、論文數 ( $y_5$ )、研究報告 ( $y_6$ ) 為產出項，利用產出導向之 CCR 與 BCC 模式求得總（整體技術）效率、純技術效率、規模效率、被參考次數、參考集合，以及規模報酬，將分析結果彙整如表 20。其中，總效率值是由 CCR 模式求得，若總效率值為 1 者，則為有效率專案；若小於 1 者，則為無效率專案，可透過降低投入或增加產出使其成為有效率專案。由 BCC 模式求得純技術效率，若其值為 1 者，則代表此專案在效率前緣上；若其值小於 1 者，則代表此專案位於效率前緣內。因總（整體技術）效率等於純技術效率與規模效率的乘績，故可求得規模效率，而規模效率小於 1 者，則必須增加或是減少投入，而增加或減少投入則應視總效率、純技術效率與非規模報酬遞增模式下效率三者來判斷。當該專案所處為規模報酬遞減時以 DRS 表示；以 IRS 表示該專案處於規模報酬遞增；以 CRS 表示該專案處於固定規模報酬階段。

#### 1. 分析評估結果

- (1) 根據表 20 評估結果顯示，有 17 個專案總效率值為 1，佔 41.46%，包括：A 1、A 3、A 4、A 5、A 13、A 14、A 16、B 2、B 3、B 6、C 1、C 2、C 4、C 5、C 6、C 11、C 12。
- (2) 在總效率值不為 1 者，有 5 個專案為技術有效率者，佔 12.20%，代表其雖為無效率專案卻仍在效率前緣上，其問題是發生在規模上，因此需要調整其規模，使其成為有效率者。包括：A 8、A 9、A 11、A 12、B 9。
- (3) 其他的總效率值不為 1 者，若有規模效率為 1 者，其窒礙乃在於技術上，也就是產出太少，需增加產品以成為有效率者。本研究對象無此類專案。
- (4) 除(2)、(3)外，其餘的總效率值不為 1 者，則視需要調整規模，亦需增加產出，共有 19 個專案，佔 46.34%。包括：A 2、A 6、A 7、A 10、A 15、A 17、B 1、B 4、B 5、B 7、B 8、C 3、C 7、C 8、C 9、C 10、C 13、C 14、C 15。



表20 併入非金錢產出社會效益下之釋商科技專案計畫中各專案的效率評估

專案代號	總效率	純技術效率	規模效率	被參考次數	參考集	規模報酬
A 1	1.000	1.000	1.000	8	A 1	CRS
A 2	0.818	0.834	0.981	0	C11, C 5, A 1	DRS
A 3	1.000	1.000	1.000	1	A 3	CRS
A 4	1.000	1.000	1.000	7	A 4	CRS
A 5	1.000	1.000	1.000	1	A 5	CRS
A 6	0.799	0.815	0.981	0	B 6, A 5, C 5, A 4, C 2, B 3, C 4	DRS
A 7	0.698	0.735	0.950	0	A11, A 4, C 4, A 1, C 5	DRS
A 8	0.959	1.000	0.959	1	A 8	IRS
A 9	0.841	1.000	0.841	0	A 9	IRS
A10	0.864	0.958	0.902	0	C 6, A 4, C12	IRS
A11	0.995	1.000	0.995	6	A11	DRS
A12	0.856	1.000	0.856	0	A12	DRS
A13	1.000	1.000	1.000	5	A13	CRS
A14	1.000	1.000	1.000	0	A14	CRS
A15	0.495	0.496	0.999	0	C11, B 6, C 4, C 5, A13, A 1, C 2, A11	CRS
A16	1.000	1.000	1.000	1	A16	CRS
A17	0.841	0.847	0.993	0	A13, C 4, A16, C 6, A 4,	IRS
B 1	0.794	0.853	0.931	0	B 6, A11, A 1	DRS
B 2	1.000	1.000	1.000	0	B 2	CRS
B 3	1.000	1.000	1.000	6	B 3	CRS
B 4	0.860	0.933	0.922	0	C 6, A13	IRS
B 5	0.869	0.998	0.871	0	C 6, A 4, A 8, C12	IRS
B 6	1.000	1.000	1.000	5	B 6	CRS
B 7	0.732	0.792	0.924	0	C12, A13, C 6	IRS
B 8	0.760	0.854	0.890	0	C11, B 3, A 1	DRS
B 9	0.585	1.000	0.585	0	B 9	IRS
C 1	1.000	1.000	1.000	0	C 1	CRS
C 2	1.000	1.000	1.000	5	C 2	CRS
C 3	0.822	0.885	0.928	0	A 1, B 3, C 4, C 5, A11, B 6	DRS
C 4	1.000	1.000	1.000	7	C 4	CRS
C 5	1.000	1.000	1.000	9	C 5	CRS
C 6	1.000	1.000	1.000	8	C 6	CRS
C 7	0.873	0.876	0.997	0	C 2, C 5, B 3, C 6	IRS
C 8	0.718	0.872	0.824	0	C 5, B 6, B 3	DRS
C 9	0.769	0.914	0.841	0	C 6, A 4, C 4, A 3	IRS
C10	0.803	0.844	0.951	0	C 2, A11, C 4, C 5, A 4, B 3	DRS
C11	1.000	1.000	1.000	5	C11	CRS
C12	1.000	1.000	1.000	4	C12	CRS
C13	0.872	0.978	0.891	0	C11, A 1, A11,	DRS
C14	0.805	0.808	0.997	0	C11, A 1, C 5,	DRS
C15	0.771	0.826	0.933	0	C 6, C12, A13, C 2	IRS
平均數	<b>0.883</b>	<b>0.930</b>	<b>0.950</b>	—	—	—

經過效率結果評估後，將每個專案在效率上的分佈情形整理如表21，發現在併入非金錢產出社會效益下，整個軍品釋商科技專案計畫中，41.46%的專案屬於有效率者；僅有四成餘（46.34%）專案的總效率、技術效率皆不及 1。在表22說明有超過半數（53.66%）的專案處於效率前緣上，僅餘46.34%的專案落在效率前緣內。

表21 模式三的效率評估結果分佈

分	類	專案個數	所佔百分比
總效率值 = 1	純技術效率 = 1	17	41.46%
總效率值 ≠ 1	純技術效率 = 1	5	12.20%
	規模效率 = 1	0	0.00%
各項效率值皆不為 1		19	46.34%
總和		41	100.00%

表22 模式三的效率前緣分佈

分	類	專案個數	所佔百分比
效率前緣上		22	53.66%
效率前緣內		19	46.34%
總	和	41	100.00%

## 2. 效率分類

根據 Norman and Stoker (1991) 標準，將所評估之 DMU 區分成四類，以瞭解每個專案在效率表現上的優劣，並整理效率分類情形如表 23。

- (1) 強勢效率單位：此類專案其效率表現較佳，即使稍微增加投入或是降低產出不會影響其效率的評比，共有11個專案佔26.83%，包括：A 1、A 4、A13、B 3、B 6、C 2、C 4、C 5、C 6、C11、C12。
- (2) 邊際效率單位：此類專案雖是有效率單位，但只要稍微增加投入或降低產出就會使其落入無效率者，共有 6 個專案佔14.63%，包括：A 3、A 5、A14、A16、B 2、C 1。
- (3) 邊際無效率單位：此類無效率專案接近有效率者，介於效率或無效率邊緣，比較容易使其成為有效率者，共 2 個專案佔 4.88%。包括：A 8、A11。
- (4) 明顯無效率單位：此類專案便是需要注意且加強管理者，共22個專案佔53.66%。包括：A 2、A 6、A 7、A 9、A10、A12、A15、A17、B 1、B 4、B 5、B 7、B 8、B 9、C 3、C 7、C 8、C 9、C10、C13、C14、C15。

表23 模式三的效率分類

分 類		專案個數	所 佔 百 分 比		
有 效 率 單 位	強 勢 效 率 單 位		11	26.83%	26.83%
	邊 際 效 率 單 位		6	14.63%	14.63%
無 效 率 單 位	邊 際 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	2	4.88%	4.88%
		規 模 效 率 ＝ 1	0	0.00%	
		其 他	0	0.00%	
	明 顯 無 效 率 單 位	純技術效率＝1	3	7.32%	53.66%
		規 模 效 率 ＝ 1	0	0.00%	
		其 他	19	46.34%	
總 和		41	100.00%	100.00%	

效率分類將專案分成有效率單位與無效率單位。並將有效率單位分成強勢效率單位與邊緣效率單位，強勢效率單位表示其被參考次數大於 1；邊緣效率單位表示其被參考次數只有 1 次。最後，對無效率單位而言，參考集合便是其改善的學習標竿，就A7專案而言，其學習的模範生便是A11、A4、C4、A1、C5等專案。

為瞭解各領域別每個專案的效率分佈情形，統計不同領域別邊緣無效率單位與明顯無效率單位個數，將分類計算結果整理成表24。從表內可知，通訊與光電領域之無效率專案所佔的比例（66.67%）為最高，顯示此領域內之專案的效率較不佳；其餘領域之無效率專案所佔比例均已降至50~60%間。由此可知，若以效率分類角度來衡量軍品釋商科技專案計畫，則其整體效率表現已屬尚可接收。

表24 模式三之不同領域別無效率專案的比例

分 類	機械與運輸領域	通訊與光電領域	材料與化工領域
邊際無效率單位	2	0	0
明顯無效率單位	8	6	8
合 計	10	6	8
領域內專案總數	17	9	15
佔領域內百分比	58.82%	66.67%	53.33%

### 3. 規模報酬分析

由表25可知，所有軍品釋商科技專案計畫中，有11個專案的規模報酬處於規模報酬遞增，故應擴大規模；有12個專案的規模報酬處於規模報酬遞減，故應縮小規模；另18個專案則處於固定規模報酬，表示此等專案已達最適的生產規模。

表25 模式三的規模報酬分析

分 類	專 案 代 號	專案個數	百 分 比
規模報酬遞增	A 8、A 9、A10、A17、B 4、B 5、B 7、B 9、C 7、C 9、C15	11	26.83%
固定規模報酬	A 1、A 3、A 4、A 5、A13、A14、A15、A16、B 2、B 3、B 6、C 1、C 2、C 4、C 5、C 6、C11、C12	18	43.90%
規模報酬遞減	A 2、A 6、A 7、A11、A12、B 1、B 8、C 3、C 8、C10、C13、C14	12	29.27%
總 和		41	100.00%

#### 4.被參考次數分析

參考集合所包含 DMU 是無效率者學習的對象，當某 DMU 出現在參考集合次數愈多代表其有效率的強度愈強。由表20得知被學習的模範生共有C 5 (9次)、A 1 (8次)、C 6 (8次)、A 4 (7次)、C 4 (7次)、A11 (6次)、B 3 (6次)、A13 (5次)、B 6 (5次)、C 2 (5次)、C11 (5次)、C12 (4次)、A 3 (1次)、A 5 (1次)、A 8 (1次)、A16 (1次)；其餘則皆未被參考。

#### 5.效率排序

效率的分類是為了讓人能瞭解每個專案的績效表現，其類別越差代表越需要改善。若要更清楚所有專案間的優劣，可以排序的方式來展現；以 Farrell 技術效率為基礎，按純技術效率、總效率與被參考次數進行效率排序的結果如表26。其中，C 5 被認為是最有效率的專案，其與具低研發密集度、低研發人員比例的大企業合作；其次是A 1、C 6分別與具低研發密集度且低研發人員比例的中小企業、大企業合作；A15則是最沒有效率的專案，其與具低研發密集度、高研發人員比例的中小企業合作。



表26 模式三的效率排序

排名	專案代號	總效率	純技術效率	被參考次數
1	C 5	1.000	1.000	9
2	A 1	1.000	1.000	8
2	C 6	1.000	1.000	8
4	C 4	1.000	1.000	7
4	A 4	1.000	1.000	7
6	B 3	1.000	1.000	6
7	B 6	1.000	1.000	5
7	C11	1.000	1.000	5
7	A13	1.000	1.000	5
7	C 2	1.000	1.000	5
11	C12	1.000	1.000	4
12	A 3	1.000	1.000	1
12	A16	1.000	1.000	1
12	A 5	1.000	1.000	1
15	B 2	1.000	1.000	0
15	C 1	1.000	1.000	0
15	A14	1.000	1.000	0
18	A11	0.995	1.000	6
19	A 8	0.959	1.000	1
20	A12	0.856	1.000	0
21	A 9	0.841	1.000	0
22	B 9	0.585	1.000	0
23	B 5	0.869	0.998	0
24	C13	0.872	0.978	0
25	A10	0.864	0.958	0
26	B 4	0.860	0.933	0
27	C 9	0.769	0.914	0
28	C 3	0.822	0.885	0
29	C 7	0.873	0.876	0
30	C 8	0.718	0.872	0
31	B 8	0.760	0.854	0
32	B 1	0.794	0.853	0
33	A17	0.841	0.847	0
34	C10	0.803	0.844	0
35	A 2	0.818	0.834	0
36	C15	0.771	0.826	0
37	A 6	0.799	0.815	0
38	C14	0.805	0.808	0
39	B 7	0.732	0.792	0
40	A 7	0.698	0.735	0
41	A15	0.495	0.496	0

## 4.4 實證結果分析

由前小節實證結果，依經濟學之外部性理論，以中科院之內部效益、合作廠商之外部效益構成社會效益，以下從不同模式來分析所有專案的效率值差異，並利用 BCG 矩陣概念分析研發專案對社會效益的影響。

### 4.4.1 三種模式下之整體技術效率分析

1. 茲將三種模式下所有專案之平均整體技術效率繪製如圖 9。在模式一之平均整體技術效率為 0.702，在模式二之平均整體技術效率為 0.719，在模式三之平均整體技術效率為 0.883。由圖中可知，從併入非金錢產出社會角度來衡量科技專案計畫的績效，最能完全展現研發的整體效益。

由於研發具有外部性之特性，Piric and Reeve (1997) 指出研發活動的私人報酬遠低於社會報酬。本研究從社會效益角度來評估軍品釋商科技專案計畫的執行效率，亦發現其效率值較優於僅以中科院自身內部效益所衡量的績效。另外，針對社會效益部分，模式二僅納入合作廠商獲得訂單之金錢利益；若併入考量建立合格廠商數、專利數、論文數與研究報告等非金錢利益，則更能印證研發具有外部性，可完整展現專案的實際績效。

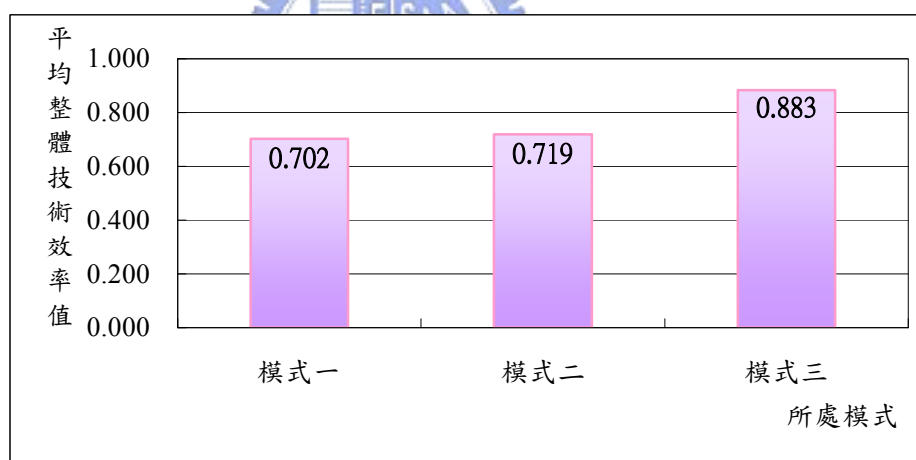


圖9 三種評估模式下專案的整體技術效率比較

### 2. 應用 BCG 矩陣分析

1970 年代波士頓顧問群(Boston Consulting Group)發展出 BCG 矩陣，本研究仿效 Sarrico and Dyson (2000) 延伸應用 BCG 矩陣概念探討美國瓦立克大學 (University of Warwick) 十個科系的績效表現，來檢視三種模式間整體技術效率的關係。根據中科院軍通產合開發計畫之軍品釋商科技專案計畫合作廠商資料，考量每個專案所屬領域、廠商之研發投入如研發密集度、研發人員比例，以及專案研發時程等因素，歸納出有效率專案應具有的特性。對每個專案之整體技術效率在考量私人效益、社會效益不同模式下加以比較，將結果繪製如圖 10、圖 11。

(1)所謂的研發密集度，將其定義為研發費用除以營業額，也就是研發費用佔營業額之比例；而研發人員比例則是以研究人力除以總員工數得出。對研發密集度與研發人員比例之分類標準，乃是將研發密集度大於所有參加廠商研發密集度平均值的廠商視為高研發密集度之廠商；反之，則視為低研發密集度之廠商。同理，將研發人員比例大於所有參加廠商研發人員比例平均值的廠商視為高研發人員比例之廠商；反之，則視為低研發人員比例之廠商。

(2)在圖 10 中，比較單純考量私人收益或以整體社會效益來評估專案計畫的整體技術效率值。在圖的右上半部代表該專案在兩模式下皆屬高效率，即執行績效良好（以☆表示）。左下半部代表此專案在兩模式下皆屬無效率，即處於不確定狀態，當檢討其發生原因，以求改善之道（以？表示）。發現圖 10 右上半部表示在兩模式下皆屬高效率之專案有 A1、A2、A11、A13、A16、A17、B1、B4、B6、B8、C1、C2、C3、C4、C5、C6、C11、C12、C13、C14 等 20 個，其中有 10 項專案屬於材料與化工領域，6 項專案是機械與運輸領域，4 項專案屬於通訊與光電領域。若以專案研發時程來看，則有 8 個專案為一年期，有 7 個專案為二年期，有 5 個專案為三年期。

若從合作廠商的研發投入來看，有 12 個專案之合作廠商具有低研發密集度、低研發人員比例之特性；有 6 個專案之合作廠商為高研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 個專案之合作廠商為低研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 個專案之合作廠商為高研發密集度、低研發人員比例廠商者。另外，若依參與專案廠商規模大小，則有 10 個專案與大企業合作，有 10 個專案與中小企業合作。

在社會效益模式下，每個專案整體技術效率值皆有微幅上揚，比較特別的是，當以中科院私人效益考量 A13、C2 兩專案執行效率，皆屬無效率專案；然以社會效益衡量時，則成為有效率者。顯示研發專案的效益評估，應考慮多面向，方能評量出各專案真正的貢獻。中科院此類非營利研發機構的技術發展成果對國防科技、民生應用，以及整體社會皆有相當程度的貢獻，對其所執行的各項研發專案進行績效評估時，建議以社會角度切入，以求國家整體最大效益。發現 A13、C2 兩專案皆為一年期專案，參與廠商為中小企業，具有低研發密集度、低研發人員比例之特性。

左下半部屬無效率之專案有 A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A14、A15、B2、B3、B5、B7、B9、C7、C8、C9、C10、C15 等 20 個專案，有 13 個專案之合作廠商為低研發密集度、低研發人員比例廠商者，其中有 10 項專案屬於機械與運輸領域，5 項專案屬於材料與化工領域，5 項專案是通訊與光電領域。若以專案研發時程來看，則有 11 個專案為一年期，有 6 個專案為二年期，有 3 個專案為三年期。

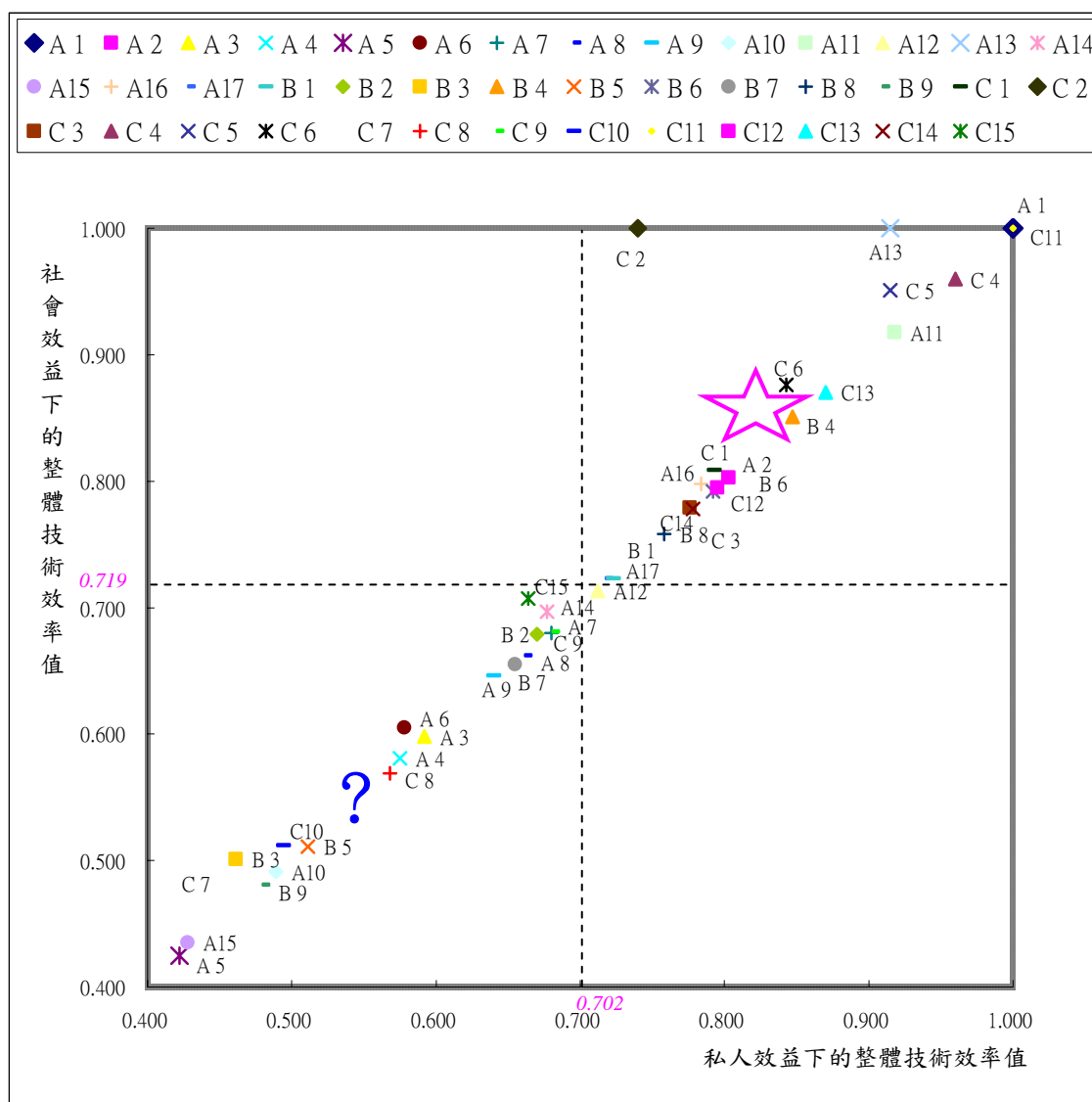


圖10 各專案在私人效益與社會效益下整體技術效率之 BCG 矩陣

(3)在圖 11 中，從社會的角度來看，比較考量金錢與非金錢效益模式下之整體技術效率值，在圖的右上半部代表該專案在兩模式下皆屬高效率，即執行績效良好（以☆表示）。左上半部代表其專案在僅考量金錢效益下為無效率，然併入非金錢效益則躍升為有效率者（以Z表示）。左下半部代表此專案在兩模式下皆屬無效率，即處於不確定狀態，當檢討其發生原因，以求改善之道（以？表示）。發現圖 11 右上半部在兩模式中衡量皆屬於有效率專案的有 A1、A11、A13、A16、B6、C1、C2、C4、C5、C6、C11、C12 等 12 個，其中有 7 項專案屬於材料與化工領域，4 項專案是機械與運輸領域，1 項專案屬於通訊與光電領域。若以專案研發時程來看，則有 6 個專案為一年期，有 4 個專案為二年期，有 2 個專案為三年期。



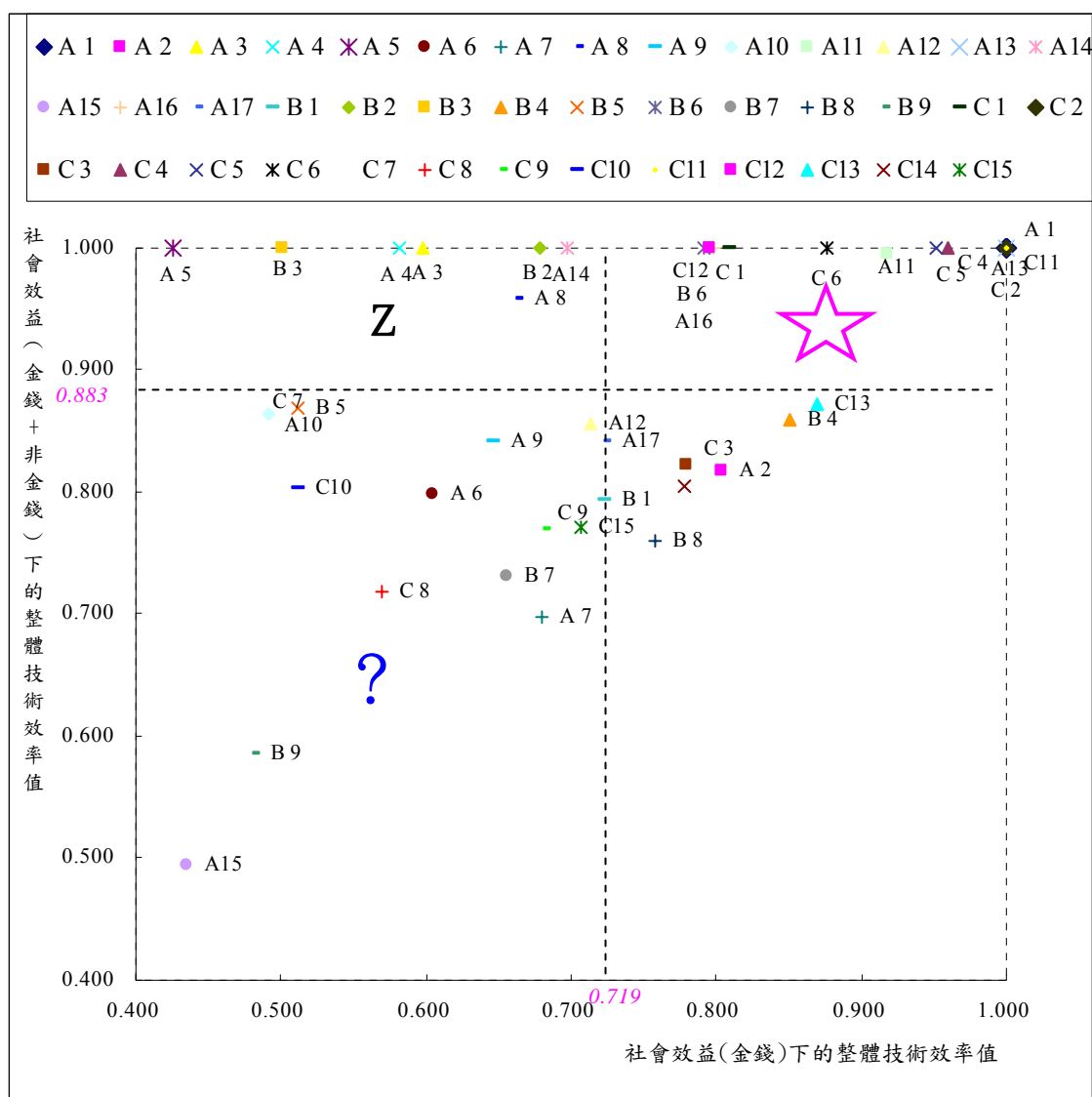


圖 11 各專案在社會金錢與非金錢效益下整體技術效率之 BCG 矩陣

若從合作廠商的研發投入來看，有 8 個專案之合作廠商具有低研發密集度、低研發人員比例之特性；有 4 個專案為高研發密集度、高研發人員比例廠商者。另外，若依參與專案廠商規模大小，則有 7 個專案與大企業合作，有 5 個專案與中小企業合作。

從社會的角度來看，在考量併入非金錢效益模式下，每個專案的整體技術效率值皆大幅上揚，比較特別的是，當單純以金錢效益來衡量 A3、A4、A5、A8、A14、B2、B3 等 7 個專案執行效率，皆屬無效率專案；然從併入非金錢產出之社會效益衡量時，則成為有效率者。顯示研發專案的效益評估，應將金錢與非金錢收益一併納入考慮。中科院在各領域的關鍵技術研發成果對整體社會、國家經濟發展均能實質提升整體經濟利益。另外，專利數、論文數、研究報告等相關研究產出對整體產業技術的提升更有難以估計的貢獻。因此，建議爾後

對中科院所執行專案的績效評估，應採計實質金錢與非金錢產出，廣納能展現專案成果的各项評估指標，從社會角度出發，務求國家整體最大效益。

歸納發現落在圖形左上半部的 A 3、A 4、A 5、A 8、A14、B 2、B 3 等 7 個專案，有 5 項專案機械與運輸領域，2 項專案屬於通訊與光電領域。若以專案研發時程來看，則有 4 個專案為一年期，有 1 個專案為二年期，有 2 個專案為三年期。若從合作廠商研發投入觀之，有 3 個專案之合作廠商具有低研發密集度、低研發人員比例之特性；有 2 個專案為高研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 個專案為低研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 個專案為高研發密集度、低研發人員比例廠商者。

左下半部屬無效率之專案有 A 6、A 7、A 9、A10、A12、A15、B 5、B 7、B 9、C 7、C 8、C 9、C10、C15 等 14 個，有 10 個專案之合作廠商為低研發密集度、低研發人員比例者，其中有 6 項專案屬於機械與運輸領域，5 項專案是材料與化工領域，3 項專案屬於通訊與光電領域。若以專案研發時程來看，則有 7 個專案為一年期，有 5 個專案為二年期，有 2 個專案為三年期。

- (4)綜合上述分析得知，軍品釋商科技專案的執行效益，如以中科院私人效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的大企業合作，致力於一年期之材料與化工領域內相關專案。如以社會金錢效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業或大企業合作，致力於一年期之材料與化工領域內相關專案。如以社會金錢與非金錢效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業合作，致力於一年期之機械與運輸領域內相關專案。

若要兼顧中科院內部效益與社會效益，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業或大企業合作，致力於發展一年期之材料與化工領域內相關專案。

如需兼顧社會金錢與非金錢效益，則應致力於發展材料與化工領域內相關專案，研發時程以一年期為主，合作廠商則以中小企業具低研發密集度、低研發人員比例者。

- 3.針對併入非金錢產出社會效益模式下，達到總效率值為 1 的 17 個專案分析，考量廠商之研發密集度、研發人員比例，以及專案研發時程等因素，歸納出有效率專案應具有的特性。

- (1)依據高研發密集度、低研發密集度、高研發人員比例、低研發人員比例等將參與軍品釋商科技專案的參與廠商進行分類，茲將有效率之 17 個專案的分佈情形整理如表 27，發現若合作廠商為低研發密集度、低研發人員比例者，與中科院執行之專案最易成為模範生；其次是與高研發密集度、高研發人員比例廠商所執行之專案。

表 27 依研發密集度與研發人員比例分類之有效率的專案分佈情形

分 類	高 研 發 人 員 比 例	低 研 發 人 員 比 例
高 研 發 密 集 度	6	1
低 研 發 密 集 度	1	9

- (2)依據專案之研發時程一年、二年與三年，將軍品釋商科技專案計畫內的所有專案加以分類，發現有效率的專案有 9 個是一年期，5 個是二年期，3 個是三年期。其原因可能是，該專案內所選定之軍品項目，中科院的研製技術已臻成熟，僅需經過技術移轉，廠商即可建立製造能量，生產上市。
- (3)研究發現，與中科院執行專案之合作廠商若屬低研發密集度、低研發人員比例之特性，其所參與之專案極易成為模範生，亦可能是無效率者。其原因可能是因為參與廠商對移轉技術的接收程度，若技術吸收應用良好，則成為標竿對象；若技術無法完全吸收運用，產製能量不能順利建置，則淪為無效率者。

#### 4.4.2 不同效益考量下之各領域別無效率專案分析

茲將考量不同效益下之各領域別無效率專案所佔的比例整理如表 28。從表內可知，不論從社會效益或私人效益來分析，「通訊與光電領域」之無效率專案所佔的比例皆為最高，顯示此領域內專案執行效率較差。也就是說，軍品釋商科技專案計畫「材料與化工領域」內的相關專案是最有效率的。本研究結果與中科院對本身所執行軍品釋商科技專案計畫的績效評比結果相符。

中科院對所執行軍品釋商科技專案計畫的績效評比，係按其律定之技術移轉收入數、建立合格廠商數、廠商獲得訂單數、促成廠商投資國內金額、優良案例撰稿獲得經濟部公開發表運用件數、成果移轉件數、專利獲得件數、專利應用件數、專利應用收入數、學/業界合作研究簽約案數等 15 項衡量指標，分別訂定權重，輸入各專案的產出數、全院計畫產出數，計算出貢獻度比值。評比結果由優至劣，按領域別依序為材料與化工領域、機械與運輸領域、通訊與光電領域，以「材料與化工領域」內所執行專案的績效表現較好；「通訊與光電領域」內所執行專案的績效表現稍差。

表28 考量不同效益下之各領域別無效率專案的比例

分 類	通訊與光電領域	機械與運輸領域	材料與化工領域
私 人 效 益	100.00%	94.12%	93.33%
社 會 效 益	100.00%	88.26%	86.67%
併入非金錢社會效益	66.67%	58.82%	53.33%

#### 4.4.3 被參考次數分析

本研究將三種模式的被參考次數直接累計後再加以排序，以加總後被參考次數愈多為績效愈佳者，也就是將表 6、表 13、表 20 彙整成表 29，其中無被參考次數者不予列出，得知累計三種模式被參考次數後，最佳模範生為 A1（45 次），其次為 C11（39 次）。

表29 三種模式的被參考次數分析

排 序	專 案 代 號	模 式 一 被 參 考 次 數	模 式 二 被 參 考 次 數	模 式 三 被 參 考 次 數	累 計 被 參 考 次 數
1	A 1	18	19	8	45
2	C11	17	17	5	39
3	A13	14	14	5	33
4	C 6	15	14	8	27
5	C 2	0	12	5	17
6	A11	2	1	6	9
6	C 5	0	0	9	9
7	A 4	0	0	7	7
8	B 3	0	0	6	6
9	B 6	0	0	5	5
10	C12	0	0	4	4
11	C 4	2	1	0	3
12	A 3	0	0	1	1
12	A 5	0	0	1	1
12	A 8	0	0	1	1
12	A16	0	0	1	1



#### 4.4.4 三種模式之效率排序分析

本研究由 4.3 節之效率排序結果（表 12、表 19、表 26），將每個模式下之排序直接相加，以加總後數值愈小為績效愈佳者，將三種模式下所有專案之效率排序整理成表 30。其中，A1 當屬最有效率的專案，其次是 C11，這些專案在各模式中的效率表現亦是屬於領先者；A15 則是最沒有效率的專案。

由前述之被參考次數分析、效率排序分析，得知最有效的專案為 A1「推進○○○系統研製計畫」、C11「通訊用○○○○模組應用開發計畫」。此兩專案皆屬於兩年期，合作廠商為低研發密集度、低研發人員比例者。

A1「推進○○○系統研製計畫」成為最佳模範生的主要原因可能是，中科院以「三彈一機」充分展現其系統整合能力，專案內所選定之釋商技術項目乃屬中科院最成熟技術範疇，故能讓廠商在專案時間內建立研製能量。另檢視本專案的產出項，其技術移轉授權金收入數、廠商獲得訂單數，以及建立廠商合格數等幾乎是所有專案中最高的。綜上因素，A1「推進○○○系統研製計畫」成為第一期軍品釋商科技專案的最優標竿。

C11「通訊用○○○○模組應用開發計畫」原先是規劃三年內完成開發通訊應用模組，且合作廠商是國內兩家知名的大型上市公司，內外部相關條件已屬理想。然第一年期末檢討發現原專案之選題項目僅達到先進技術開發階段，尚屬實驗室研發階段，想要在僅剩的兩年完成開發實有困難，遂於第二年始規劃現況結案。然原先專案的技術移轉授權金廠商已支付，故中科院在專案執行時，仍盡力協助參與廠商取得相關的研製技術。所以，除了廠商獲得訂單數、專利無產出外，其餘仍有一定數量的成果。從社會效益角度來看，對中科院而言，本專案因相對付出較少，而技術移轉授權金亦已收取，即所有的研發效益多由中科院內部獲取，外部廠商效益甚少，故 C11「通訊用○○○○模組應用開發計畫」亦成為第一期軍品釋商科技專案最佳的模範生之一。

另外，中科院對本身所執行軍品釋商科技專案計畫的績效評比，係針對技術移轉收入數、建立合格廠商數、廠商獲得訂單數、促成廠商投資國內金額、優良案例撰稿獲得經濟部公開發表運用件數、成果移轉件數、專利獲得件數、專利應用件數、專利應用收入數等 15 項衡量指標分別律定不同權重，以各專案的產出數對全院計畫產出數之比值，計算出每個專案的貢獻度，並將所有專案由優至劣分為 A、B、C 三個等級，評比結果詳列如表 31。

比較資料包絡分析法評估結果與中科院內部績效評比的分類，發現本研究有部分專案排序與中科院內部評估結果有所出入，探討其中原因可能是：(1)本研究所採用產出投入項指標有 9 項，中科院實務上採用 15 項衡量指標。(2)本研究對各項指標所賦予的權重乃由資料包絡分析法給定，而中科院實務上則預先律定各指標的權重。(3)本研究以資料包絡分析法所得之相關效率值來排序，與實務上計算各個專案的貢獻度比值來評等。

表30 三種模式的效率總排序

專案代號	模式一之排名	模式二之排名	模式三之排名	總排名
A 1	1	1	2	<b>1</b>
A 2	17	18	35	23
A 3	32	32	12	26
A 4	31	30	4	17
A 5	39	40	12	34
A 6	34	33	37	38
A 7	29	29	40	37
A 8	23	23	19	17
A 9	27	28	21	26
A10	35	35	25	36
A11	4	7	18	9
A12	9	11	20	12
A13	5	3	7	5
A14	30	27	15	25
A15	40	41	41	<b>41</b>
A16	12	13	12	11
A17	16	17	33	19
B 1	18	19	32	21
B 2	26	25	15	19
B 3	37	37	6	29
B 4	10	12	26	14
B 5	33	34	23	32
B 6	13	14	7	10
B 7	25	26	39	32
B 8	14	15	31	16
B 9	36	36	22	35
C 1	19	16	15	15
C 2	15	4	7	7
C 3	21	20	28	21
C 4	3	6	4	3
C 5	11	9	1	6
C 6	6	5	2	3
C 7	41	39	29	39
C 8	28	31	30	31
C 9	22	22	27	24
C10	38	38	34	40
C11	2	2	7	<b>2</b>
C12	7	8	11	7
C13	8	10	24	13
C14	20	21	38	28
C15	24	24	36	30

總之，因本研究與中科院實務上所使用方法基礎略有不同，考量指標不一致且個數亦不等，相關指標權重、計算方式有所差別，故造成兩者對軍品釋商科技專案計畫所執行專案的績效排序稍有差異。

表31 中科院軍品釋商科技專案計畫中各專案的績效評等

評 比 等 級	專 案 名 稱
A	A12.共用型軍用發射○○○控制器技術研製計畫 B 1.○○雷達開發計畫 C 3.防護鋼板○○○○發展計畫 C 6.○○繞線技術發展計畫 C10.高性能抗彈陶瓷○○○組件技術發展計畫
B	A 1.推進○○○系統研製計畫 A 6.數位驅動○○器研製計畫 A 7.無人飛行○○機體結構研製計畫 A 8.無刷○○○系統研製計畫 A11.共用型軍用發射○○裝備技術研製計畫 A13.無線射頻 (RFID) ○○系統研製計畫 A14.小型軍用○○遙控靶機系統研製計畫 A16.機動○○控制器產製計畫 B 2.主動相位○○雷達收發模組技術計畫 B 3.高解析度微波○○組件研製計畫 B 6.○○○紅外線影像器研製計畫 B 8.雷達○○系統研製計畫 B 9.○○○計算機研製計畫 C 2.○○○鋁型材關鍵技術發展計畫 C 5.○○天線系統研製計畫 C 8.飛彈○○○耐燒蝕複合材料技術發展計畫 C12.高性能○○控制翼研製技術計畫 C13.玻璃融封○○○應用開發計畫 C14.微波○○材料應用開發計畫
C	A 2.○○慣導系統研製計畫 A 3.彈用推進○○機械模組研製計畫 A 4.彈用推進○○控制模組研製計畫 A 5.熱像目獲○○追蹤模組研製計畫 A 9.渦輪扇引擎○○○相關組件研製計畫 A10.高壓○○○閉迴路柱塞泵研製計畫 A15.數位飛控○○研製計畫 A17.○○○操控器產製計畫 B 4.高性能○○○行波管放大器研製計畫 B 5.太康○○○系統研製計畫 B 7.飛彈○○○○用單晶研製計畫 C 1.高機能○○○軍品材料技術發展計畫 C 4.高性能抗彈薄鋼板○○○○發展計畫 C 7.○○雷殼繞線技術發展計畫 C 9.○○○酚樹脂預浸料研製計畫 C11.通訊用○○○○模組應用開發計畫 C15.奈米銀○○○技術開發計畫

## 第五章 結論與建議

基於研究目的，以中科院軍品釋商科技專案計畫第一期應結案 41 項專案為研究對象，依外部性理論內涵，在不同模式下利用產出導向之 DEA 研究方法進行績效評估，找出可以區別專案執行成效的關鍵因素。本章首先提出研究結論、研究貢獻，再針對研究限制對後續有志研究者提出拙見。

### 5.1 研究結論

1. 透過與計畫主持人及相關人員多次訪談後，深入瞭解軍通產合計畫，已將中科院執行經濟部技術處科技專案之概況述明於第二章。
2. 本研究按外部性內涵將產出項區分為內部效益、外部效益，以及非金錢效益，利用資料包絡分析法評估在模式一（中科院內部效益）、模式二（社會效益）、模式三（併入非金錢產出社會效益）下之軍品釋商科技專案每個專案的執行績效。

(1) 軍品釋商科技專案計畫之內涵為軍品研發技術釋商，由每個專案的整體技術效率值分析得知，若單就內部效益或外部效益來衡量，可能造成低估而無法展現實際成效。本研究利用中科院軍品釋商科技專案計畫 2004 至 2006 年執行統計成果，驗證研發專案具有外部性，得知對此類專案的績效評估應從社會整體效益來考量，避免缺乏效度。中科院此類非營利研發機構的關鍵技術發展成果對國防科技、社會經濟發展均能實質提昇，故對其所執行的各項研發專案進行績效評估時，建議以社會角度切入，務求國家整體最大效益。

根據國外學者 Pigou 主張將外部效果內部化，即對提供外部效益者加以補貼，故建議政府當以經費預算資助中科院持續進行研發創新，以達社會整體效益最大化。

(2) 中科院軍品釋商科技專案計畫第一期執行後，確已提升國內相關產業廠商之技術層級與衍生高附加價值產品之開發技術能量，建立產業群聚效應，對於國防產業亦奠定初步基礎。應用 BCG 矩陣概念分析得知，主管單位的決策可因應不同效益取向，針對後續的軍品釋商科技專案之選商、選題採取不同策略。本研究建議：

如以中科院私人效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的大企業合作，致力於一年期之材料與化工領域內相關專案。如以社會金錢效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業或大企業合作，致力於一年期之材料與化工領域內相關專案。如以社會金錢與非金錢效益最大化考量，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業合作，致力於一年期之機械與運輸領域內相關專案。



若要兼顧中科院內部效益與社會效益，應與具低研發密集度、低研發人員比例的中小企業或大企業合作，致力於發展一年期之材料與化工領域內相關專案。

從兼顧社會金錢、社會金錢與非金錢效益來考量，則應致力於發展材料與化工領域內相關專案，研發時程以一年期為主，合作廠商則以中小企業具低研發密集度、低研發人員比例者。

#### (3)不同領域別無效率專案的比例分析

就不同領域的績效表現，本研究結果與中科院對本身所執行軍品釋商科技專案計畫的績效評比結果相符。不論從社會效益或私人效益來分析，各領域別內無效率專案所佔的比例，由高至低依序是通訊與光電領域、機械與運輸領域、材料與化工領域，以「通訊與光電領域」之無效率專案所佔的比例最高，顯示此領域內所執行專案效率較差。相對而言，「材料與化工領域」內所執行專案的績效表現最好。

#### (4)效率排序與被參考次數分析

本研究將社會效益或私人效益等不同模式下的效率排序、被參考次數加總後重新排序，得知績效最佳的專案皆為 A1「推進○○○系統研製計畫」，其次是 C11「通訊用○○○○模組應用開發計畫」，此兩專案屬於二年期，合作廠商則具有低研發密集度、低研發人員比例特性。

比較本研究以資料包絡分析法排序結果與中科院內部績效評等，發現有部分專案排序與中科院內部評等結果有所出入，探討其中原因可能是：(1)本研究所採用產出投入項指標有 9 項，中科院實務上採用 15 項衡量指標。(2)本研究對各項指標所賦予的權重乃由資料包絡分析法給定，而中科院實務上則預先律定各指標的權重。(3)本研究以資料包絡分析法所得之相關效率值來排序，而實務上計算每個專案的貢獻度比值來評等。

綜上可知，本研究與中科院實務上所使用方法基礎有所差異，考量指標不一致且個數亦不等，相關指標權重、計算方式亦有所差別，故造成兩者對軍品釋商科技專案所執行專案的績效排序稍有差異。建議爾後針對效率排序部份，可考慮納入更多能符合實務上的指標以求完整展現每個專案的執行績效，運用以數學線性規劃律定權重如資料包絡分析法，求算出相關的技術效率值，再加以排序，找出績效最好的專案。

## 5.2 研究貢獻

綜觀國內學者對科技專案，甚至於其他領域的績效評估忽略外部效益，未考量社會的整體效益，本研究首以外部性理論內涵，來解析中科院軍品釋商科技專案的社會效率評估，如此才能將研發的外部性特徵予以完全展現，使評估的結果與實質相符。

### 5.3 研究限制

1. 本文以中科院執行軍品釋商科技專案的統計成果，作為實證分析的資料來源，研究對象乃第一期軍品釋商科技專案計畫之應結案專案，文中依外部性理論內涵將目前產出指標加以分類，僅依科技專案相關成果指標且有完整數據者為衡量指標，可能尚無法完整展現專案執行績效，影響到評估的結果與準確性。如外部效益單以廠商獲得軍品與衍生應用訂單來衡量，是否能完整代表廠商之實際收益，後續研究可對此加以探討，以求完善。
2. 對參與軍品釋商科技專案計畫合作廠商的相關屬性資料，僅蒐整研發密集度、研發人員比例、廠商規模（大企業或中小企業），尚有不足之處，無法明確將不同效率專案內的參與廠商加以歸納分類，據以細分提出更明確的選商建議。
3. 本研究原先規劃納入促成廠商衍生投資數額、產學研委託研究金額等指標，限於少部分專案資料不全，且難以外部性理論律定其效益歸類。故未將此兩個指標納入資料包絡分析法之產出項。

### 5.4 後續研究建議

1. 因軍品釋商科技專案計畫具有研發外部性，故績效評估時應當考量對社會的貢獻，建請經濟部科技專案績效考評委員會參考經濟學的外部性內涵，與專家學者律定相對應之績效評量指標，避免進行效率評量時產生偏誤，低估中科院的績效與貢獻。有志研究者，依此等指標建構適當模型再予以評估專案的績效優劣。
2. 對於軍品釋商科技專案計畫之研究，除本研究外，國內學者僅有以層級分析法配合模糊理論指出釋商政策是非常正確的。建議後續研究者可嘗試以其他研究方法，從不同面向來探討軍品釋商科技專案的效益性。
3. 本研究驗證研發的外部性，亦有國內外先進學者指出研發具有遞延特性，可能造成當期研發成果無法完整展現，低估專案實際的執行績效。有志研究者，亦可將研發的遞延因素納入考量，探究其對績效評估的可能影響。

## 參考文獻

〔中文部分〕

1. 方彥永（2003），知識經濟體系下政府協助產業創新之研究—以業界開發產業技術計畫為例，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
2. 江協洲（1994），資料包絡分法在跨年度科技專案績效評估之研究—以能源科技研發專案為例，國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
3. 行政院國家科學委員會（2006），中華民國科學技術統計要覽，台北：行政院。
4. 林治廷（2000），科技研究發展專案的連續多期效率評估，國立交通大學工業工程與管理系碩士論文。
5. 林月珠（2002），資料包絡分析法應用於電子、資訊領域科技專案計畫的效率評估，國立交通大學工業工程與管理學程碩士論文。
6. 林嘉誠（2003），政府部門的研究發展機制及其評估—中華民國的現況，研考雙月刊，27，3-11。
7. 林偉如、張婷媛（2004），突破與創新的命脈—經濟部科技專案計畫推動現況，台灣經濟研究月刊，27，13-20。
8. 孫遜（2004），資料包絡分析法—理論與應用，台北：揚智出版社。
9. 袁建中、黃志男、張寶誠（1999），資料包絡分析法在科技專案執行效率評估的應用—以能源科技研發專案為例，科技管理學刊，4，17-38。
10. 高強、黃旭男、T. Sueyoshi（2003），管理績效評估—資料包絡分析法，台北：華泰書局。
11. 國防部（2004），中華民國九十三年國防報告書，台北：國防部。
12. 張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏（2004），經濟學—理論與應用，台北：翰蘆圖書出版有限公司。
13. 郭雍信（2003），資料包絡分析法應用於科技研發專案計畫績效評估之研究—以 XX 科學研究院為例，國防管理學院資源管理研究所碩士論文。

14. 黃志男 (1997)，資料包絡分析法在科技專案執行效率評估的應用——以能源科技研發專案為例，國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
15. 楊千 (2000)，科技專案計畫績效評估，研考雙月刊，24，30-36。
16. 經濟部技術處 (2006)，經濟部科技專案績效評估總體報告，台北：經濟部。
17. 管中閔 (2004)，統計學—觀念與方法，台北：華泰文化事業股份有限公司。
18. 董鍾明 (2001)，研發效率評估之資料包絡分析法實證研究——以主導性新產品開發計畫為例，國立台灣科技大學企業管理系碩士論文。
19. 駱豐裕 (2004)，DEA 方法應用在評估台電公司服務所經營效率之研究，國立清華大學工業工程與工程管理學系博士論文。
20. 劉潤深 (2005)，國防科技釋商效益評估，私立中原大學企業管理研究所碩士論文。
21. 賴士葆、謝龍發、陳松柏 (2005)，科技管理，台北：華泰文化事業股份有限公司。
22. 蘇雲一 (1998)，資料包絡分析法與比例分析法運用於科技專案效率評估之研究，國立交通大學管理科學研究所碩士論文。

〔英文部分〕

1. Banker, R. D., A. Charnes and W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30, 1078-1092.
2. Boussofiane, A. D. and R. G. Thanassoulis (1991), "Applied Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15.
3. Brown, M. G. and R. A. Svenson (1998), "Measuring R&D Productivity," *Research Technology Management*, 41, 30-35.



4. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
5. Charnes, A., W. W. Cooper, A. Y. Lewin, and L. M. Seiford (1994), "*Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*," London: Kluwer Academic Publishers.
6. Coelli, T., D. S. Prasada Rao, C. J. O'Donnell and G. E. Battese (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed., New York: Springer.
7. Easton, L., D. J. Murphy and J. N. Pearson (2002), "Purchasing Performance Evaluation: with Data Envelopment Analysis," *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 8, 123-134.
8. Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, 253-290.
9. Gallart, J. M. (1997), "Which Way to Go? Defence Technology and the Diversity of 'Dual-Use' Technology Transfer," *Research Policy*, 26, 367-385.
10. Golany, B. and Y. Roll (1989), "An Application Procedure for DEA," *OMEGA*, 17, 237-250.
11. Lebas, M. J. (1995), "Performance Measurement and Performance Management," *International Journal of Production Economics*, 41, 23-35.
12. Nadiri, M. I. (1993), "Innovations and Technological spillovers," *Working Paper*, No.4423, Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research.
13. Noel, D. U. (2001), "The Effect of Incentive Regulation on Productive Efficiency in Telecommunications," *Journal of Policy Modeling*, 23, 825-846.
14. Norman, M. and B. Stoker (1991), *Data Envelopment Analysis – The Assessment of Performance*, New York: John Wiley & Sons.

15. Piric, A. and N. Reeve (1997), "Evaluation of Public Investment in R&D – Towards a Contingency Analysis," Paris: OECD Conference on Policy Evaluation in Innovation and Technology: Towards Best Practices, 49-64.
16. Rosen, H. S. (1998), *Public Finance*, 5<sup>th</sup> ed., Singapore: Irwin/McGraw-Hill.
17. Rubenstein, A. H. and E. Geisler (1991), "Evaluating the Outputs and Impacts of R&D/Innovation," *International Journal of Technology Management*, 6, 181-204.
18. Sarrico, C. S. and R. G. Dyson (2000), "Using DEA for Planning in UK Universities-An Institutional Perspective," *Journal of the Operational Research Society*, 51, 789-800.
19. Schumann, P. A. Jr., D. L. Ransley and D. C. L. Prestwood (1995), "Measuring R&D Performance," *Research Technology Management*, 3, 45-54.
20. Sohn, S. Y. and T. H. Moon (2004), "Decision Tree Based on Data Envelopment Analysis for Effective Technology Commercialization," *Expert Systems with Applications*, 26, 279-284.
21. Sueyoshi, T. (1995), "Production Analysis in Different Time Periods: An Application of Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 86, 216-230.

〔網站〕

1. 行政院主計處 <http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=16354&CtNode=4832>。
2. 經濟部技術處全球資訊網 <http://doit.moea.gov.tw/04apply/product.asp>。
3. 國民所得統計摘要 <http://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=15060&ctNode=3565>。
4. 中華民國九十五年國防報告書 <http://report.mnd.gov.tw>。