

我國國防科技專案釋商的社會效率評估

胡均立*、韓宗甫**、蔡毅龍***

摘要

中山科學研究院(以下簡稱中科院)自 2004 年起執行經濟部技術處「軍品釋商科技專案計畫」,將國防科技轉化與整合,引導產業界參與軍品研製與技術應用開發,建立國防科研與民生產業的價值轉化機制。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。本研究採用資料包絡分析法,評估軍品釋商科技專案計畫第一期專案的效率。投入項有研發經費、研究人力、研發時程;產出項則將經濟學的外部性理論納入考量,分成內部效益(技術移轉授權金收入金額)、外部效益(合作廠商獲得訂單金額),以及非金錢效益(建立合格廠商數、專利數、論文數與研究報告)。研究主要結論為:(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證實研發專案具有外部性,故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)建議管理者的可針對不同效益之取向,於後續軍品釋商科技專案之選商、選題採行不同策略。

關鍵詞：科技專案、外部性、效率評估、資料包絡分析法

* 作者為國立交通大學經營管理研究所教授兼所長, E-mail: jinlihu@mail.nctu.edu.tw。

** 東南科技大學工業工程與管理系講師、國立交通大學經營管理研究所博士候選人。

*** 中山科學研究院材料暨光電研究所。對於二位匿名評審人所提之修改意見,作者深感謝意。

1. 前言

(1) 研究背景

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，政府為刺激民間投入研發創新活動以帶動產業升級，依據行政院頒布「科學技術發展方案」，自 1979 年起由經濟部負責執行之「科技研究發展專案計畫(以下簡稱科技專案計畫)」，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，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。此後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」、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。並以第六次全國科技技術會議產、官、學、研代表研議所得之結論，於 2001 年通過「國家科學技術發展計畫」，計畫項目的範圍涵蓋通訊與光電、機械與運輸、材料與化工、生技與醫藥領域等。在 2005、2006 及 2007 三個年度政府分別投入金額高達新台幣 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。

以往因國內的科技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，致使國防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 年代以來政府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，應是目前迫切努力的方向。

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 (1978)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。Frederiksen et al. (1983)更延伸 Benoit 之研究，發現資源較豐富之國家，其國防經費支出對於

國內生產毛額之貢獻有正向之影響。Atkinson (1992)亦調查美國因國防支出縮減，造成原本仰賴國防支出之地區經濟，受到程度不一之衝擊。Dakurah et al. (2001)研究 62 個開發中國家自 1975 至 1995 之國防支出與經濟成長之關係，發現其中有 23 個國家有單方向之影響(國防支出影響經濟成長或是經濟成長影響國防支出)，另有 7 個國家是互為影響。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。如美國的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，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)亦指出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。

「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，其主要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。中山科學研究院(以下簡稱中科院)配合政府政策，自 2004 年起執行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。期望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等目標。過程中除了可建立創新性之國防科研與民生產業的價值轉化機制，擴大民間參與軍品研製、技術應用機會外，亦可藉機培植本土國防產業，創造龐大的國防效益與民生產業價值，使軍方與民間企業得以發揮互補綜效，最終促進國家總體經濟發展。

(2) 中科院執行科技專案概況

中科院於 1969 年成立，是我國防重要的戰略資產。早期限於科技技術與製造水準不足，軍備主要仰賴美援，或向美軍購獲得。隨著工業發展漸具

規模，中科院遂開始自主性之國防建設，從模仿到創新，陸續研發完成國軍現役各項重要武器系統，大舉提升國軍戰力，成效斐然。並藉以發展軍民通用科技，將國防技術植基於民間，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。在國防部政策指導下積極進行轉型，運用多年來建立科技能量參與國家發展。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，建立現代化技工業。目前經濟部技術處委託中科院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：

- (a) 軍品釋商科技專案：以國防軍備需求為基礎，引導業界參與軍品關鍵技術開發或技術移轉，建構我國自製軍品供應鏈體系，逐步建立我國國防產業，並拓展軍品技術衍生應用開發。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。並輔導廠商 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。
- (b) 一般性科技專案：以民生產業需求為基礎，轉化國防科技應用於民生產業，創造軍民通用技術附加價值，提升國內產業技術水準與國際競爭能力。
- (c) 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，提昇競爭力。

(3) 研究目的

目前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，國內尚未針對其相關專案計畫績效進行分析研究。本研究主要是以社會角度切入，以 2004 年至 2006 年經濟部技術處委託中科院「軍品釋商科技專案」之應結案專案為研究對象，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。因此，本研究採用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)作為研究方法，透過其可採行多投入項與多產出項來評估決策單位的特性，以檢視軍品釋商科技專案計畫執行之實際成效，期望能對未來的國防產業推動有所貢獻。簡言之，本研究之目的可歸納如下：

- (a) 探討中科院軍品釋商科技專案計畫之推行概況。
- (b) 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。
- (c) 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。

本研究以「軍品釋商科技專案」在 2004 年至 2006 年之應結專案為對象，共有 41 件。參考國內外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。並據此蒐集各專案各年度執行成果，最後進行實證分析、評估與建議。

2. 文獻回顧

(1) 國內科技專案績效評估研究

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。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。袁建中等(1999)運用資料包絡分析法評估能源科技研發專案，其所採用之投入指標包括博碩士人力、大專人力及總經費；

而產出指標包含專利申請、專利取得、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、新聞報導等。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 Hierarchy 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。

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」，評估科技計畫成效。其評量指標分為量化、非量化兩部分。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：(a)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。(b)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。(c)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。

中科院針對其所承接之科專計畫亦訂有執行成果績效評比辦法，內容包含專案技術移轉收入、專利應用收入、研究報告、論文數等 15 項指標。指標採預先訂定權重，各專案計畫依其執行成果換算成貢獻度，以產生各計畫間之評比排序。

政府部門亦曾對科技計劃提出相關評估原則。行政院國家科學委員會(2006)出版之「中華民國科學技術統計要覽」之科技投入與產出分析指標總覽中，即有列出相關投入產出評估指標。其投入項指標包括研發經費與研發人力，產出項指標則有學術性期刊論文篇數、專利數、技術貿易額(*Technology Balance of Payments*)等。

依據 2006 年立法院決議，要求針對政府提供資源協助發展之科技專案，訂定績效評估辦法並執行，且將作為分配科技專案經費之基礎。因此經濟部技術處(2006)編撰「科技專案績效評估總體報告」，彙整國內相關績效評估

模式，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。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) 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，此即為 IPPOO 模式。其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。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。

Brown and Svenson (1998)則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。研發系統的投入項指的是完成研發專案所需的人、資訊、設備、資金。產出項則包括專利、新產品、新製程、出版品或前所未聞的知識。

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。

由上述相關研究觀之，研發可以提升組織對外的競爭優勢，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投入、產出要求，必可發揮資金最大的投資價值。

(3) 經濟學之外部性理論

張清溪等(2004)認為外部性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)。

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；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，大概約 20%，有些甚至超過 100%，其平均接近 50%。

Rosen (1998)對正外部性的描述，假設一家公司從事研發，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 1。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，即經濟學者 Pigou 主張對提供外部效益者加以補貼，故政府當以經費預算資助研發機構，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。

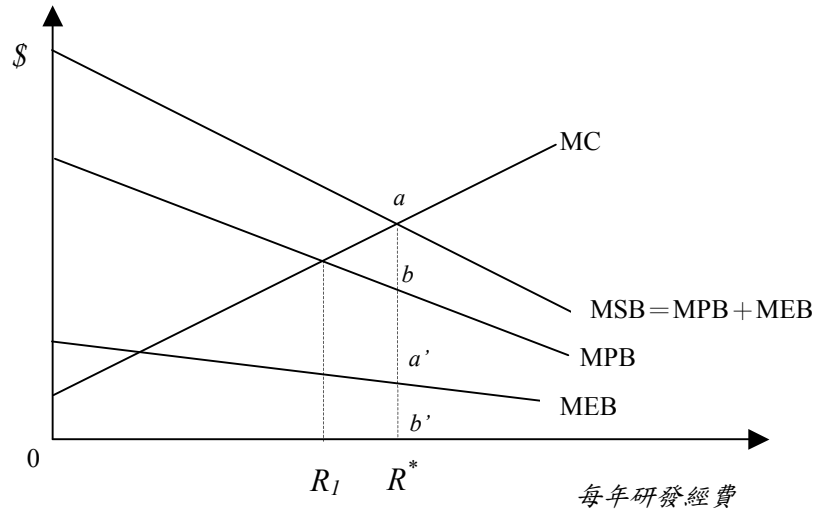


圖 1：具有正外部性下的成本及效益「資料來源：Rosen (1998)」

外部性之存在，就會使市場無法達到資源配置最大效率。一般績效評估忽略考量外部效益，然而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。本研究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。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。

3. 研究方法

(1) 資料包絡分析法

Farrell (1957) 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，計算產出與投入比值，求得效率生產前緣即形成所謂的包絡線 (Envelopment Curve)，此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。凡決策單位 (Decision Making Unit, DMU) 落在包絡線上者，即為相對有

效率；落在包絡線以內者，則屬相對無效率。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。

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 2 來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，其效率即為 $0 \leq TE_p = \overline{OP} / \overline{OP'} \leq 1$ 。

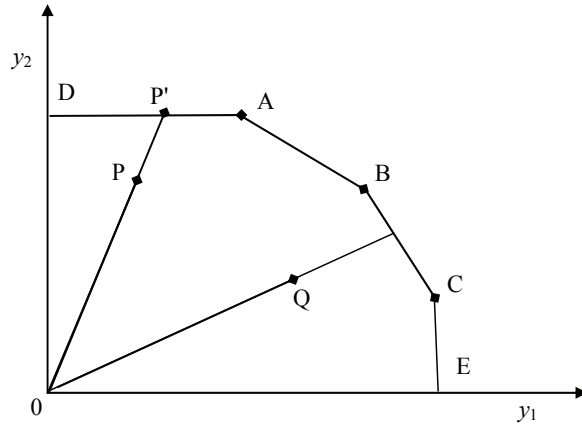


圖 2：資料包絡分析法之產出導向概念「資料來源：Coelli et al. (2005)」

(2) 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，故本研究採取產出導向來探討。即在相同投入水準下比較產出之達成狀況。其模式參考 Coelli et al. (2005) 如(1)所示：

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{\phi, \lambda} \quad \phi & (1) \\
 \text{s.t.} \quad & -\phi y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

其中， $\phi \geq 1$ ，為效率值之倒數

x_i 代表第 i 個 DMU 投入向量

y_i 代表第 i 個 DMU 產出向量

X 代表投入矩陣

Y 代表產出矩陣

λ 代表 DMU i 之模仿權重向量

(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：

- (a) 定義與選擇具高同質性的決策單位(DMU)以進行分析。
- (b) 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。
- (c) 應用 DEA 模式與評估分析實證結果。

以本研究而言，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。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，基本上符合上述同質性之要求。然而所選取之 DMU、投入產出項指標與效率衡量有密切的關聯，因此利用 Golany and Roll (1989)研究所得之流程重複試行來篩選。此外，本研究將包含下述評估結果分析：

- (a) 效率值分析：根據 Norman and Stoker (1991)所建議的判斷標準，瞭解每個專案執行效率的優劣。
- (b) 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。
- (c) 效率排序：找出效率最佳專案，提供無效率之改進參考。

4. 實證結果

(1) 決策單位與資料來源

本研究資料是以 2004 至 2006 年經濟部技術處委由中科院執行軍品釋商科技專案第一期之應結案專案，共有 41 項專案，各專案詳列如表 1，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。根據 Sueyoshi (1995)提出多期的效率評估概念，其所用 DEA

表 1：2004 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.○○○操縱器產製計畫
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

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，本研究對二、三年期的專案將以多年執行成效累積加總再進行績效評估。此外本研究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。

(2) 投入項與產出項之選取

根據相關文獻回顧，本研究評估效率所選定之投入項、產出項如圖 3。以下逐項說明所選取之投入項、產出項定義：

投入項部分包含：

- (a) 研發經費(x_1):中科院執行軍品釋商科技專案計畫各專案計畫所獲得經濟部之補助經費數。
- (b) 研究人力(x_2):中科院執行軍品釋商科技專案計畫各專案計畫所投入之人力數，每人不可超過 1 人年。

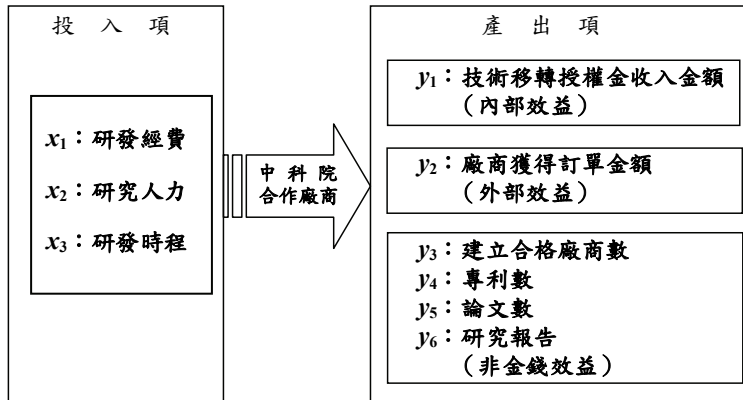


圖 3：選定之投入項與產出項

(c) 研發時程(x_3):中科院執行軍品釋商科技專案計畫各專案計畫所使用之時間，以月計算。

產出項部分包含：

- (i) 技術移轉授權金收入金額(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。
- (ii) 廠商獲得訂單金額(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。
- (iii) 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。
- (iv) 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)。

- (d) 論文數(y_5)：包含期刊論文與研討會論文。
- (i) 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。
 - (ii) 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。
- (e) 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。
- (i) 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。
 - (ii) 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。
 - (iii) 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。

產出項與投入項之相關性分析

本研究產出項與投入項的相關係數分析如表 2 所示，所有產出與投入項間均呈正相關，僅少部分投入產出指標間呈現低度相關，主要原因乃是該專案的部分產出項成果為零。另產出項與投入項共有 9 項，研究對象有 41 項專案，符合 Golany and Roll (1989)所提之受評估單位個數至少應為投入項個數與產出項個數總和兩倍之經驗法則。

產出項與投入項之敘述統計分析

產出項與投入項之敘述統計結果如表 3。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。顯示上述三類產出項在所有專案中有很大的差異。

我國國防科技專案釋商的社會效率評估

表 2：產出項與投入項之相關係數分析表

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	x_1	x_2	x_3
y_1	1.0000								
y_2	0.3273 [0.0367]	1.0000							
y_3	0.7699 [<.0001]	0.3086 [0.0497]	1.0000						
y_4	0.4868 [0.0012]	0.2288 [0.1501]	0.3776 [0.0150]	1.0000					
y_5	0.4569 [0.0027]	0.1871 [0.2415]	0.1690 [0.2908]	0.3383 [0.0305]	1.0000				
y_6	0.6494 [<.0001]	0.3032 [0.0540]	0.7433 [<.0001]	0.2949 [0.0612]	0.2177 [0.1715]	1.0000			
x_1	0.9712 [<.0001]	0.3350 [0.0323]	0.7419 [<.0001]	0.4701 [0.0019]	0.4837 [0.0014]	0.6932 [<.0001]	1.0000		
x_2	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_3	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

表 3：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金額 (y_1 , 千元)	810.53	11,261.63	3,578.19	2,990.07
廠商獲得訂單金額 (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

(3) 資料包絡分析法實證分析

運用經濟學之外部性理論，以中科院而言，其內部效益採用技術移轉授權金收入金額衡量，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。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 4。

- (a) 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。
- (b) 模式二：社會效益下之軍品釋商科技專案的效率評估。
- (c) 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。

(4) 實證結果分析

依外部性理論，以中科院之內部效益、合作廠商之外部效益構成社會效益，從前述三種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。

三種模式下之整體技術效率分析

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，模式一僅考慮中科院內部效益下之專案效率。模式二與模式三則考量社會效益下之專案效率：模式二納入合作廠商獲得訂單之金錢利益；模式三併入非金錢產出(建立合格廠商數、專利數、論文數與研究報告等)。如圖 4 所示，三種模式下所有專案之整體技術效率平均值分別為 0.702、0.719、0.883。然因三種不同模式下效率前緣不同，不宜直接以效率值高低進行模式間之比較。此處採取 Wilcoxon 配對樣本等級符號檢定(Matched-Pairs Signed Rank Test)，以檢定同一專案在不同模式下，其效率值排序是否產生改變。經兩兩配對(模式一對模式二、模式一對模式三、模式二對模式三)，模式之樣本有效樣本分別為 25、39、37，所得之統計量分別為-4.372、-5.442、-5.303。在 $\alpha=0.05$ 下，顯示不同模式下各專案之排序是有顯著不同，亦即有些專案在考量社會效益之情況下，在所有專案中之效率排序提升(變佳)，而有些排序則會後退(變

表 4：三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金額 (y_1)	研發經費 (x_1) 研究人力 (x_2) 研發時程 (x_3)	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金額 (y_1) 廠商獲得訂單數金額 (y_2)	研發經費 (x_1) 研究人力 (x_2) 研發時程 (x_3)	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金額 (y_1) 廠商獲得訂單數金額 (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)	研發經費 (x_1) 研究人力 (x_2) 研發時程 (x_3)	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。

差)。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，針對社會效益部分，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，則更能從外部性觀點展現專案的實際績效。

應用 BCG 矩陣分析

本研究仿效 Sarrico and Dyson (2000)延伸應用波士頓顧問群(Boston Consulting Group)發展出之 BCG 矩陣概念來檢視三種模式間整體技術效率的關係。根據中科院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，結果繪製如圖 5、圖 6。

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

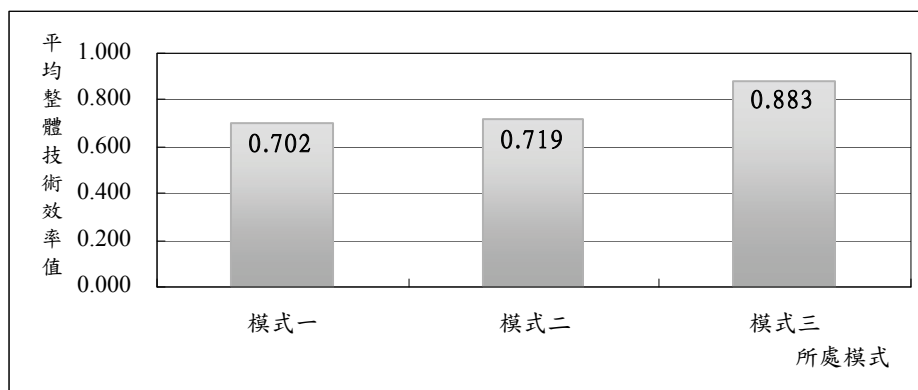


圖 4：三種評估模式下專案的整體技術效率

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。

在圖 5 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(以?表示)，即處於不確定狀態，當檢討其發生原因，以求改善之道。圖 5 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。再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，以私人效益考量，A13、C2 皆屬無效率專案；然以社會效益衡量時，則反而皆為有效率者。以上結果顯示研發專案的效益評

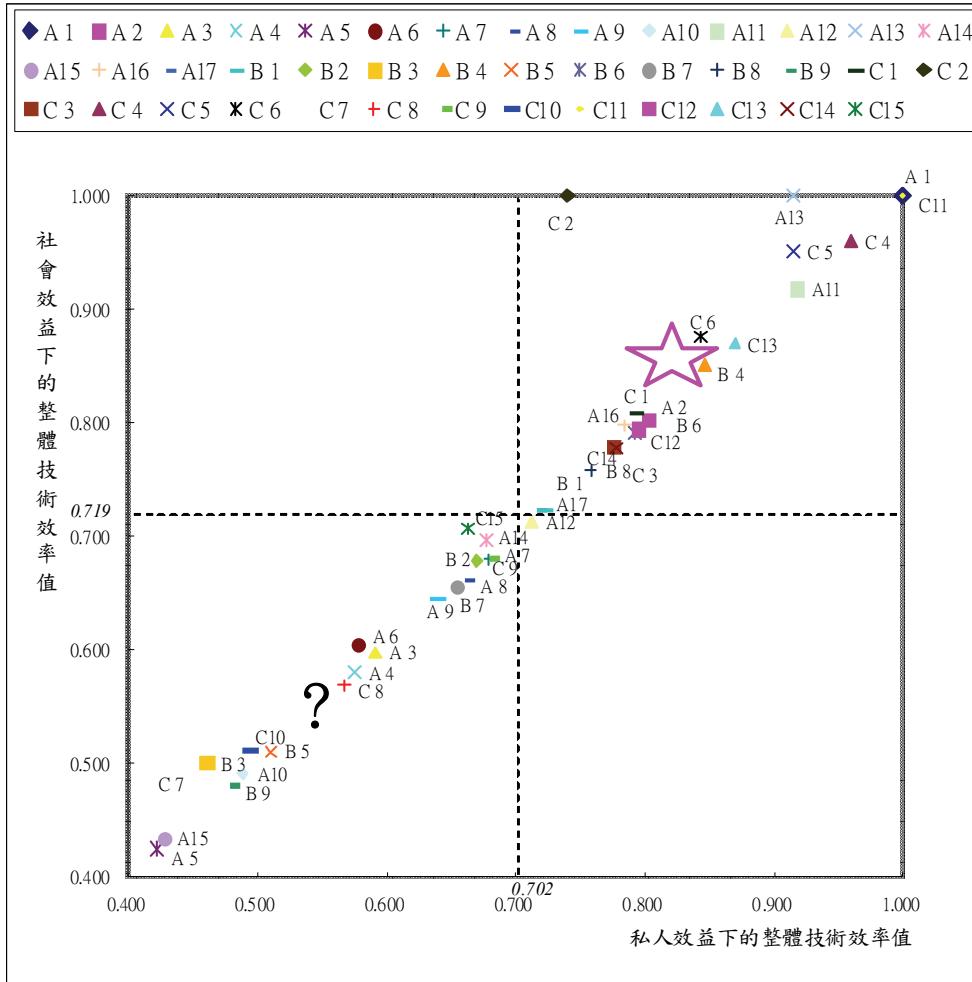


圖 5：各專案在私人效益與社會效益下整體技術效率之 BCG 矩陣

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。此外，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。

在圖 6 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)。圖 6 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。

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。

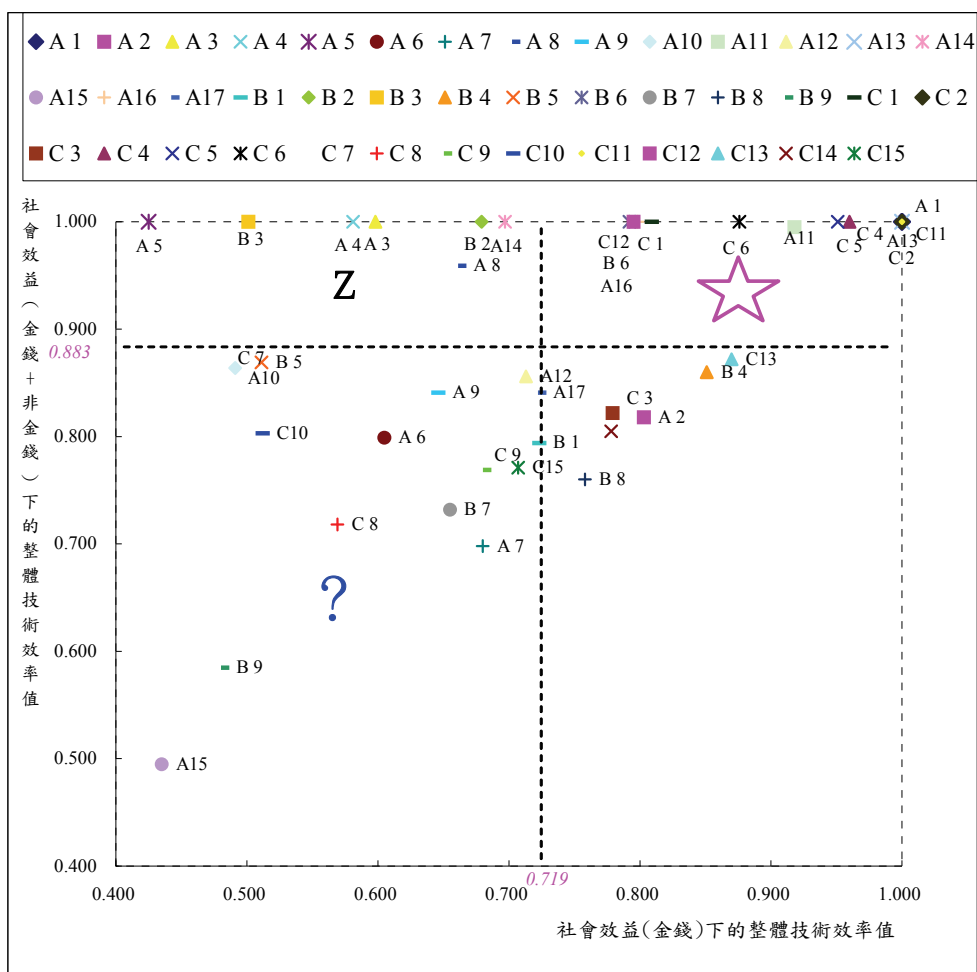


圖 6：各專案在社會金錢與非金錢效益下整體技術效率之 BCG 矩陣

歸納發現落在圖 6 左上半部的 A3、A4、A5、A8、A14、B2、B3 等 7 項專案，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 項專案為一年期，有 1 項專案為二年期，有 2 項專案為三年期。若從合作廠商研發投入觀之，有 3 項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 項專案為高研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 項專案為低研發密集度、高研發人員比例廠商者；有 1 項專案為高研發密集度、低研發人員比例廠商者。

圖 6 左下半部屬無效率之專案有 A6、A7、A9、A10、A12、A15、B5、B7、B9、C7、C8、C9、C10、C15 等 14 個，有 10 項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 項專案為一年期，有 5 項專案為二年期，有 2 項專案為三年期。

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。

此外，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。然從兼顧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。

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如下：

- (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，茲將有效率的 17 個專案的分佈情形整理如表 5，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。
- (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

表 5：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

研製技術已臻成熟，僅需經過技術移轉，廠商即可建立生產製造能量。

- (3) 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受程度，若技術接收且應用良好，則易成為標竿對象；若技術無法順利接受運用，相關生產製造能量則不能順利建置，則會淪為無效率者。

三種模式下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 6。

表 6：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%

由表 6 可看出，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自評結果相符。

被參考次數分析

依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，其結果如表 7 所示，最佳模範生為 A1(45 次)，其次為 C11(39 次)。

表 7：三種模式下專案被參考次數分析

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

三種模式之效率排序分析

本研究將三種模式下之排序直接相加，以加總後數值愈小為績效愈佳者。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」成爲第一期軍品釋商科技專案的最優標竿。

C11「通信用○○○○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。因此，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「通信用○○○○模組應用開發計畫」亦成爲第一期軍品釋商科技專案最佳的模範生之一。

經比較本研究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，其中原因可能來自：(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。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。

5. 結 論

綜觀國內學者對科技專案，甚至於其他領域的績效評估，大多未考量對社會所產生的整體效益。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，期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。

本研究按經濟學之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)下進行軍品釋商科技專案執行績效評估，所得結論歸納如下：

- (1) 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，而經本研究驗證研發專案具有外部性。事實上中科院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，宜從社會整體效益來考量，務求國家整體最大效益。經濟學者 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) 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。
 - (a) 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。
 - (b) 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。
 - (c) 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。
 - (d) 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。
 - (e) 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) 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) 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。

本研究與中科院實務上所使用方法基礎有所差異，考量指標非全然一致，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。研究中依科技專案相關成果且具備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。未來可考慮納入更多能符合實務上的指標，以求能完整展現每個專案的執行績效。此外對參與軍品釋商科技專案計畫合作廠商的相關屬性資料，本研究以參與廠商之研發密集度、研發人員比例、廠商規模(大企業或中小企業)三類屬性進行區分，尚有不足之處，未來可朝對參與廠商加以細分之方向思考，據以提出更明確的選商建議。

參考文獻

中文部分

- 中華民國九十五年國防報告書 <http://report.mnd.gov.tw>。
- 中華民國統計資訊網 <http://www.stat.gov.tw>。
- 行政院主計處 <http://www.dgbas.gov.tw>。
- 行政院國家科學委員會 (2006)，《中華民國科學技術統計要覽》，臺北：行政院。
- 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，頁 3-11。
- 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，頁 17-38。
- 張清溪、許嘉棟、劉鶯釧、吳聰敏 (2004)，《經濟學——理論與應用》，臺北：翰蘆圖書出版有限公司。
- 楊 千 (2000)，〈科技專案計畫績效評估〉，《研考雙月刊》，24，頁 30-36。
- 經濟部技術處 (2006)，《經濟部科技專案績效評估總體報告》，臺北：經濟部。
- 經濟部技術處 (2007)，《經濟部法人科技專案執行成效報告》，臺北：經濟部。
- 經濟部技術處全球資訊網 <http://doit.moea.gov.tw/04apply/product.asp>。

外文部分

- Atkinson, R. D. (1992), "The Impact of the Defense Build-Down on State and Local Economies," *Economic Development Review*, 10, 55-59.
- Benoit, E. (1978), "Growth and Defense in Developing Countries," *Economic Development and Culture Change*, 26, 271-280.
- Brown, M. G. and R. A. Svenson (1998), "Measuring R&D Productivity," *Research Technology Management*, 41, 30-35.

- Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Coelli, T., D. S. Prasada Rao, C. J. O'Donnell and G. E. Battese (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd Edition, New York: Springer.
- Dakurah, A. H., S. P. Davies and R. K. Sampath (2001), "Defense Spending and Economic Growth in Developing Countries: A Causality Analysis," *Journal of Policy Modeling*, 23, 651-658.
- Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, 253-290.
- Frederiksen, P. C. and R. E. Looney (1983), "Defense Expenditures and Economic Growth in Developing Countries," *Armed Forces and Society*, 9, 633-645.
- Gallart, J. M. (1997), "Which Way to Go? Defence Technology and the Diversity of 'Dual-Use' Technology Transfer," *Research Policy*, 26, 367-385.
- Golany, B. and Y. Roll (1989), "An Application Procedure for DEA," *OMEGA*, 17, 237-250.
- Lebas, M. J. (1995), "Performance Measurement and Performance Management," *International Journal of Production Economics*, 41, 23-35.
- Nadiri, M. I. (1993), "Innovations and Technological Spillovers," *Working Paper*, No.4423, Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research.
- Norman, M. and B. Stoker (1991), *Data Envelopment Analysis—The Assessment of Performance*, New York: John Wiley and Sons.
- 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.
- Rosen, H. S. (1998), *Public Finance*, 5th Edition, Singapore: Irwin/McGraw-Hill.
- Rubenstein, A. H. and E. Geisler (1991), "Evaluating the Outputs and Impacts of R&D / Innovation," *International Journal of Technology Management*, 6, 181-204.
- 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.

Schumann, Jr. P. A., D. L. Ransley and D. C. L. Prestwood (1995), "Measuring R&D Performance," *Research Technology Management*, 3, 45-54.

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.

Sueyoshi, T. (1995), "Production Analysis in Different Time Periods: An Application of Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 86, 216-230.

Social Efficiency Evaluation of National Defense Technology Release Projects

Jin-Li Hu^{*}, Tsung-Fu Han^{**}, Yi-Lung Tsai^{***}

Abstract

Since 2004, the Chung-Shan Institute of Science and Technology (CSIST) has been conducting the Technology Development Program for Outsourcing Defense Products (TDP), which is a program under the Ministry of Economic Affairs and purports to release the national defense technologies to civilian 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, the official data (2004-2006) 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 transfers, sales order from cooperated parties, qualified vendors, patents, papers and research reports. All nominal variables are transformed into real variables at the price

* Professor and Director, Institute of Business and Management, National Chiao Tung University, E-mail: jinlihu@mail.nctu.edu.tw.

** Lecturer, Department of Industrial Engineering and Management, Tunghan University and PhD Candidate, Institute of Business and Management, National Chiao Tung University.

*** Materials and Electro-Optics Research Division, Chung-Shan Institute of Science and Technology.

level of 2004. The results suggest that: (1) Taking into account the external benefits in evaluating process gives a better insight into the efficiency of TDP projects. (2) The TDP managers may apply different strategies to collect desirable technology and qualified companions.

Keywords: Technology Development Program, Externality, Efficiency Evaluation, Data Envelopment Analysis (DEA)