

智慧資本與軍民通用科技發展專案績效 關聯性之研究

盧文民*、何東興**、高博瑜***

摘 要

本研究目的在探討智慧資本對於中科院軍通專案執行效率的關聯性與重要性，並建構「研發效率」與「技術擴散效率」二階段生產模型，再藉由資料包絡分析法衡量「研發效率」與「技術擴散效率」；此外，運用階層資料包絡分析法將專案逐級區分為三層效率群體，再以單因子變異數分析探究智慧資本與不同效率群體間是否有顯著相關性，最後建構管理決策矩陣，探討各專案所在象限與延伸之管理意涵。

實證結果指出，智慧資本愈高則其「研發效率」與「技術擴散效率」之效率值愈高，亦即智慧資本對軍通專案能帶來競爭優勢及有助其價值提升，其中又以人力資本最為關鍵；整體而言，軍通專案之「研發效率」較「技術擴散效率」為佳，而「研發效率」以「應用力學」領域之效率較佳，「技術擴散效率」也以「應用力學」領域之效率較佳；在管理決策矩陣中，軍通專案大多位於第 I 象限，顯示「研發效率」與「技術擴散效率」皆有不錯的表現。

關鍵詞：智慧資本、軍通專案、資料包絡分析法、單因子變異數分析

* 國防大學管理學院財務管理學系副教授。

** 通訊作者：國防大學管理學院財務管理學系講師，E-mail: dongsing.he@gmail.com。對於二位匿名評審人所提之修改意見，作者深感謝意。

*** 國防部軍備局中山科學研究院財務官。

一、前言

二十世紀以來，科學技術的快速發展帶給人類社會深刻的變化，促進了社會進步和經濟發展，也帶給人類生活方式以及戰爭及戰略型態上的改變，因此，國防武力發展亦成爲國家整體科技研發領域中頗具重要之一環，而我國國防科技研發計畫係依據國軍戰略構想、作戰指導及考量科技能量與國防財力支應能力，並參照世界先進之武器發展趨勢，研擬發展項目，突破關鍵技術，研發量適質精之高性能武器系統，其工作重點包括電子、資訊戰關鍵技術開發與先進武器系統整合研製(如 C4ISR：指揮、管制、通信、資訊、情報、監察、偵搜)。

我國中山科學研究院(以下簡稱中科院)是國家級之國防科技研究機構，自民國 58 年由國防部成立以來，在蕞路藍縷的開拓下，逐步建立了完整的國防科技與大型系統研發、管理與整合的能量，成爲我國國防科技最重要的資產重鎮。民國 83 年配合國防部「軍民通用科技發展基金」之成立，中科院開始推動軍民通用科技發展專案計畫(以下簡稱「軍通專案」)，落實國防科技擴散於民生工業與協助國家經濟發展之目標，藉由民生產業技術的提昇與發展，進而支持軍品開發，二者相輔相成，有效提升國力。此外，中科院亦持續推動與國內主要研究機構的互動，藉由擴展學術研究合作機制，增進學術機構參與國防科技之基礎研究，中科院透過軍民通用科技之發展，有效提昇產業技術研發能力，朝「結合民間力量，發展國防科技工業，達成獨立自主之國防建設」目標邁進。

然而，無論是國家整體研發經費或者是國防領域研發經費，其投入與執行成果的優劣，將成爲決定國家整體競爭力強弱消長的關鍵因素；因此，唯有透過整體性之績效評估，並妥善運用適當的評估工具，方能瞭解國家科技競爭力的優、劣勢，且能有效具體改善組織的執行效率，以爲後續經費投入運用與科技政策推展之參據。而在常見的績效衡量方法中，有經濟分析法(如資料包絡分析法、比率分析法、迴歸分析法等)及非經濟分析法(如多目標衡

量分析法、問卷調查法等)，而經濟分析法中之資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)，係由 Charnes et al. (1978)依據 Farrell (1957)之確定性無參數法所提出，透過數學線性規劃技巧，求出生產邊界(Production Frontier)作為衡量效率的基礎，此方法被廣泛運用在多投入及多產出之效率分析與績效評量上(Wu et al., 2006; Hu and Chu, 2008; 胡均立等, 2010; Lu and Hung, 2010; Lu and Hung, 2011)。然而過去傳統一階段的資料包絡分析法，忽略了中間產品(Intermediate Products)與連結活動(Linking Activities)，無法充分呈現生產過程中較多的管理訊息，因此過去即有多數學者使用兩階段生產程序來衡量各種產業的經營績效(Seiford and Zhu, 1999；Zhu, 2000；Sexton and Lewis, 2003；Luo, 2003；Chen and Zhu, 2004；Lo and Lu, 2006；Kao and Hwang, 2008；Lo and Lu, 2009；Lo, 2010)，其中 Seiford and Zhu (1999)、Luo (2003)、Chen and Zhu (2004)、Lo and Lu (2006)、Lo and Lu (2009)皆應用在金融業，Zhu (2000)應用在五百大企業，Sexton and Lewis (2003)應用在職棒球隊，Kao and Hwang (2008)應用在非壽險公司，Lo (2010)應用在永續經營產業，而本研究將兩階段生產程序應用在軍通專案之績效評估上。

回顧國內外許多運用資料包絡分析法來衡量研發專案及機構之績效的研究，發現大多均以整體研發效率面來分析專案或組織之執行效益，而過去研究缺乏以生產程序概念來探討軍通專案使用研發經費、資源，是否充分運用並發揮其使用效益，以及探討軍通專案所獲得的研發成果對產業升級、科技發展的助益，Lu and Hung (2011)首先提出「研發效率」與「技術擴散效率」之研究模式，藉以探討經濟部科技研究發展專案計畫之執行績效，可充分呈現生產過程中較多的管理訊息，故本研究參酌該研究，提出建構中科院軍民通用科技發展專案之「研發效率」與「技術擴散效率」兩階段生產績效衡量模型，應用 DEA 衡量其不同階段之效率情形，並將全體專案運用分層效率前緣概念區分為多個不同的效率群體進行績效評估。

其次，管理學之父彼得·杜拉克(Peter Drucker) (1994)強調「我們已經進入一個知識經濟的社會，最主要的經濟資源已由資金、天然資源、勞力轉換為知識」，無形資產已逐漸取代有形資產成為組織營運最具支配性與決定性

的資源。故本文將近一步導入智慧資本之代理變數，藉以探討與軍通專案執行效率之關聯性，最後以管理矩陣歸納本研究驗證之決策管理意涵，並提供軍通專案績效管理方案的策進建議。

綜上所述，本研究之目的如下：

- (一) 透過「研發效率」與「技術擴散效率」兩階段生產績效衡量模型，分析軍通專案各研究領域之執行效率。
- (二) 透過智慧資本代理變數，探究智慧資本與軍通專案「研發效率」與「技術擴散效率」之關聯性。
- (三) 運用管理矩陣，擬訂軍通專案績效改善策進方案。

二、文獻探討

(一) 中科院軍通專案簡介

中科院為國防部所屬國防科技研發之專責機構，自民國 58 年由國防部成立以來，在蕞路藍縷的開拓下，逐步建立了完整的國防科技與大型系統研發、管理與整合的能量，成為我國國防科技最重要的資產重鎮；歷年來中科院研發完成的武器裝備包括：經國號戰機、各型地對空、攻船及空對空飛彈武器系統、艦用戰鬥系統、各式雷達、指管通情與資訊防護系統，均已完成部署，並擔負戰備任務。中科院最初以「國防自主、科技建軍與自製」為目標，民國 83 年為配合行政院「將國防科技移轉民間方案」政策，成立「軍民通用科技發展基金」，即以「轉化國防科技、創造產業價值」為定位，開始推動軍民通用科技領域的發展，即「軍民通用產合開發計畫」，並以特有之「國防科技研發能量及系統整合經驗」，成立「中山科學研究園區」，將研發成果及經驗實務轉移至軍民通用科技的發展上，協助國內業界提昇技術能量及創新產業科技，以增進國家整體之國際競爭力。中科院為國防科技研發機構，因應全球趨勢及政府發展產業之需要，目前已設立 3 個研究園區作為「轉化國防科技、創造產業價值」之窗口，並藉由執行經濟部科技研究發展

專案計畫及軍民通用科技發展計畫，與產官學研各界合作分工，扮演國家經濟發展貢獻者角色，以落實經建與國防並重的政策目標。軍通專案依其計畫屬性差異而有不同定位，區分有「國家型計畫」、「軍種委託研發(製)計畫」、「學術合作計畫」及「軍民通用產合開發計畫」等類型，其中「軍民通用產合開發計畫」內容主要包括經濟「科技研究發展專案計畫」及「軍民通用科技發展計畫」二大類；經濟部「科技研究發展專案計畫」主要為經濟部補助企業進行創新研究發展活動，鼓勵企業擴大研究發展投資，加速產業技術之創新、流通、增值及應用，以提升我國整體產業創新能力及價值，中科院藉由執行「科技研究發展專案計畫」以提升本身的研發能力，而「軍民通用科技發展計畫」則為中科院與民間企業合作，共同研發可供軍事用途與民間產業使用的「軍民通用科技」，研發完成後可供民間企業技術移轉，落實國防科技擴散於民生工業，進而協助國家經濟發展，因此「軍民通用科技發展計畫」比起經濟部「科技研究發展專案計畫」之效益更為廣泛，可創造國防與民生雙重效益。

中科院自民國 84 年起執行經濟部「科技研究發展專案計畫」，推動軍民通用科技發展，轉化國防科技能量，協助國內廠商技術升級，提高產業之國際競爭力以開拓國內外市場，或建立新興產業；至民國 93 年更在配合政府推動「擴大內需、活絡產業經濟」政策，及國防部「結合民間力量、建立自主國防」目標下，執行軍品釋商科專計畫，以軍品協同研發模式，技轉、輔導及促成廠商投入國防軍備的產品開發。十餘年來，中科院配合產業發展需求，逐步釋出國防科技研發能量，先後執行多項民生產業亟需之關鍵技術及零組件開發計畫，降低廠商投入風險及研發投資，促成高達數百億之廠商投資與產值創造，有效搭建國防與民生產業的橋樑，其研發成果對國內產業帶來研發創新增值、扶植傳統產業升級、進口產品替代、帶動本地投資、創造國防與民生雙重效益、形成產業群聚等六方面綜合效益，尤其在帶動產業創新、創造產業價值及營造軍民互利產業環境已有具體貢獻，其成效深獲各界肯定與支持。在各界持續投入下，中科院已奠定軍民通用科技發展穩固根基，為期邁向另一新紀元，中科院所屬各研究園區未來將開發成軍民通用科

技的發展重鎮及形成產業聚落，配合新一代國防軍備需求，整合上、中、下游廠商，聚焦於國防資通新興產業，並在各界繼續支持下，以國防科技轉化來發展民生產業，為國家經濟發展開創美好未來。

(二) 研發專案計畫績效評估模式之相關研究

我國整體科技發展規劃與執行主要由行政院國家科學委員會主導，其中經濟部推展之「科技專案」為整體研發體系架構之一，在支援我國產業發展及帶動新興高科技產業，促使產業升級轉型有著重要的貢獻，科技專案內容包括「科技研究發展專案計畫」、「業界開發產業技術計畫」及「學界開發產業技術計畫」等三類，其中以「科技研究發展專案計畫」規模最大，對經濟影響層面也最大，是科技專案的核心，亦是政府達成產業發展目標最主要之政策工具。我國經濟部科技專案計畫在民國 86 年之前均委託財團法人執行績效評估，根據楊千在「科技專案計畫績效評估」(2000)指出，歷年來對科技專案計畫績效評估常見模式包含有：何雍慶的 IRCE 模式(1987)、葉勝年的 IRON 模式(1990)與 IROT 模式(1991)等評估方法，說明如下：

1. IRCE 模式：何雍慶在「工研院歷年來研專案對產業影響之追蹤與分析中」(1987)，提出 IRCE 模式，此模式可分為投入因素、研究成果、擴散通路以及經濟效益，該研究顯示科技專案的績效評估主要可分為四類指標來加以衡量，為一個能完整表達投入及產出之模式，其特色在於說明研究機構利用擴散通路將研究成果提供業界應用，並以貨幣的角度將業界的效益區分貨幣性及非貨幣性效益。

2. IRON 模式：葉勝年在「大型工業技術研究發展成果績效評估之研究」(1990)中提出 IRON 模式，該模式說明研究發展成果評估需採用從投入至效益產生的全程評估概念，並將研發專案區分投入因素、研究成果、運用成果及重視效益等四個階段。

3. IROT 模式：葉勝年在「科技發展專案計畫追蹤驗證評估模式之研究」(1991)修正 IRON 模式提出 IROT 模式，其特色在於將研究成果分為運用階段及時程效益，根據不同的追蹤時點，將效益分成有形效益與無形效益，分

析其實質效益的變化情形，判斷是否仍繼續進行成果擴散，以提供主管機關規劃後續專案計畫時參考。其將研發專案區分投入因素、研究成果、成果運用(階段性)及階段效益等四個階段。

上述各種模式僅為提出可以作為績效衡量的四類指標，若加以應用，可作為單一專案的績效評量工具，但卻無法像 DEA 可衡量出專案之間的相對績效值，進而擬定改善方向；而二階段生產程序模型除有上述優點外，更強調中間產品(Intermediate Products)與連結活動(Linking Activities)，可充分呈現生產過程中較多的管理訊息，故本研究使用兩階段生產程序模型來衡量績效，可強化軍通專案從研發到技術移轉民間產業此流程之關聯性。

(三) 智慧資本與組織績效關聯性之相關研究

1. 智慧資本的定義

「智慧資本」一詞，最早由經濟學家 Galbraith 於 1969 年提出，認為智慧資本是指運用腦力的行為，而不單是知識和純粹的智力，其認為智慧資本存在於公司中，可創造具差異性的優勢知識，為了讓有價值的智慧資本移動，組織應建立有價值的企業網路，以連結企業內跨部門工作團隊，並連結組織外之顧客與供應商，以加速公司的價值創造(Masoulas, 1998)。

在智慧資本的領域中，雖然有眾多學者相繼投入研究與實務探討，然而因學者們研究的主題與其涵蓋領域有別，故對於智慧資本的定義，尚無一致的說法。不過，透過智慧資本文獻的研究中發現，雖然智慧資本的觀點會隨著學者的研究方向與背景而有所差異，但其精神是異中求同。例如：Ulrich (1998)則認為智慧資本是能力(Competence)與承諾(Commitment)的乘積。它被埋藏在員工對事情的看法與做法，及組織如何創造政策及系統，以便執行於工作之中。Masoulas (1998)認為智慧資本是無形資產的結合，能提供組織附加價值，並致力達到卓越的目標，了解無形資產如員工的技術、經驗、態度、與資訊，使之能於工作中附加價值。Knight (1999)指出智慧資本為無形資產或因使用人的智能所組成的元素與創新所增加的財富，公司的市場價值相當於公司的帳面價值加上其智慧資本，認為公司之智慧資本是隱含在公司內

部，可以幫助公司創造價值及持續發展的資產，換句話說，智慧資本是一切無形資產的加總。Bontis (1999)將智慧資本加以概念化，將依據智慧資本的本質、範圍、因素與編纂困難度，區分為人力資本、結構資本及關係資本，如圖 1，其中就本質而言，人力資本的本質為智力，結構資本的本質為程序，關係資本的本質為關係。就範圍而言，人力資本的範圍為內部員工，屬於決策制定、創新構想，評估因素為數量，結構資本著重在內部組織連結，評估因素為效率，而顧客資本則著重在外在組織連結，評估因素為持續期間。此外，就編纂困難度，以關係資本最高，其次是人力資本，而結構資本相對上較容易編纂且有系統規範。

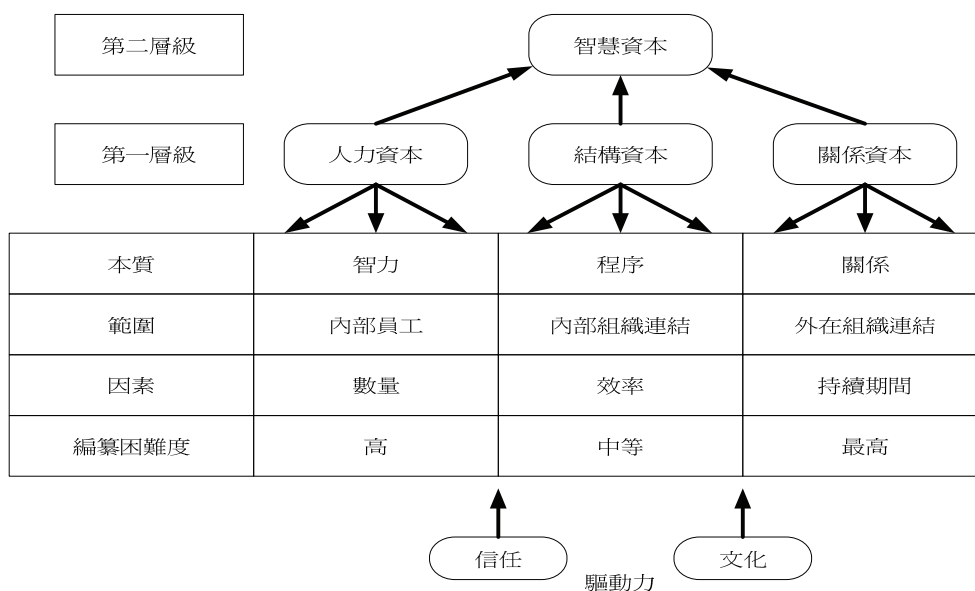


圖 1：智慧資本概念圖

資料來源：Bontis (1999)

綜言之，「智慧資本」定義應指所有能為企業創造附加價值、提升競爭優勢之所有隱藏於公司內之能力、知識、資訊、智慧財產、經驗、組織運作、作業程序及對內對外擁有之關係及網路等智慧資源之總和。

2. 智慧資本組成元素

關於智慧資本的組成元素，因為所面臨的環境不同，導致學者對於智慧資本的組成要素有不同的見解，Edvinsson and Malone (1997)以斯堪地亞保險暨金融集團(Skandia Assurance and Financial Services, AFS)的市場價值架構說明智慧資本之分類，其認為公司的市場價值可區分為財務資本與智慧資本，而其中智慧資本又可分兩類，即人力資本與結構資本，進一步再將結構資本區分成組織資本及顧客資本，而組織資本可再細分成創新資本及流程資本，此即著名的斯堪地亞領航者(The Skandia NavigatorTM)，其中創新資本是指創新能力、保護商業權利、智慧財產、用於開發和加速新產品、新服務項目上市的無形資產和能力，而流程資本是創造企業連續價值的作業程式、實用知識、與特殊方法，其中包含創造與維繫企業價值的一連串結構化、可衡量的活動；其餘各學者對智慧資本組成元素之觀點整理成表 1。綜觀文獻，國內外學者們對於智慧資本的內涵及組成雖有不同觀點，但基本上主要以人力、結構及關係資本為主軸，因此本研究將智慧資本區分為人力資本、結構資本、關係資本三個主要衡量要素，藉以探討其與軍通專案之研發效率、技術擴散能力之績效關聯性。

3. 智慧資本與組織績效關聯性之相關研究

國內外也有許多探討智慧資本與組織績效關係的文獻，且透過實證說明智慧資本對組織績效與競爭優勢有顯著的正向影響，茲將其整理分述如下：

Bontis (1998)、Bontis et al. (2000)曾對加拿大以及馬來西亞等兩國進行智慧資本與企業績效的實證研究，問卷調查結果指出結構資本與關係資本對企業績效有顯著相關，但人力資本並不顯著，亦即人力資本是透過結構資本與關係資本產生績效，而非本身產生績效。Joia (2000)使用智慧資本評估教育科技的專案，研究提出教育單位評估科技專案的智慧資本指標與三角架構，即人力資本、流程資本及創新資本。

王癸元與黃德舜(2002)在其研究中，以 Tobin's Q 為智慧資本價值的替代變數，探討智慧資本的人力資本(員工平均每人營收與人力資本報酬率)、組織資本(組織年齡與管理費用佔總營收比例)和顧客資本(營收成長率)三項指

表 1：智慧資本組成元素之觀點彙整表

學者 (年代)	人力資本	結構資本		關係(顧客) 資本
		創新資本	流程資本	
Grantham and Nichols(1997)	◎	◎		◎
Booth(1998)	◎	◎		◎
Lynn(1998)	◎			◎
Molyneux(1998)	◎	◎		◎
Roos et al.(1998)	◎	◎		
Bassi and Van(1999)	◎	◎	◎	◎
Bontis(1999)	◎	◎		◎
Johnson(1999)	◎	◎		◎
Knight(1999)	◎	◎		
Lynn(1999)	◎	◎		◎
陳玉玲(1999)	◎	◎		
Joia(2000)	◎	◎	◎	
吳思華(2000)	◎	◎	◎	◎
Guthrie(2001)	◎	◎		◎
陳美純(2002)	◎	◎		◎
黃劭彥等人(2008)	◎	◎	◎	◎

標變數，及引入智慧財產後的互相影響結果，其中智慧資本為具外顯性之無形資產，例如：人力、組織、顧客等方面的資本，而無形資產係指無實體形式之非貨幣性資產，可被企業所控制，並具有未來經濟效益者，例如：專利權、著作權、商標權、特許權、開辦費、商譽等；而智慧財產則為具法律保護之無形資產，例如：專利權、著作權、商標權等。研究結果發現，將智慧財產變數加入，可增加智慧資本價值的解釋能力。

王文英與張清福(2004)以臺灣上市上櫃之半導體產業為研究對象，嘗試採用偏迴歸法建立並驗證智慧資本要素間關係及其對企業經營績效影響之因果關係模型，在人力資本方面以員工平均教育程度、高等學歷比例、員工平均服務年資、員工平均年齡、員工數增減比率、員工生產力、每人營業利

益、員工附加價值為代理變數；在創新資本方面以當年度研發密集度、去年度研發密集度、當年度研發費用、去年度研發費用、研發生產力、研發人員比例、研發人員數、每位研發人員所擁有之資源、研究發展強度、權利金及技術費為代理變數；在流程資本方面以組織年齡、組織穩定度、流動資本週轉率、管理費用率、管理費用增減比率、每人平均管理費用、存貨週轉率、固定資產週轉率、總資產週轉率為代理變數；在顧客資本方面以主要客戶個數、市場成長性、廣告費、推銷費用率、產品接受比率、大客戶銷貨比率為代理變數。研究發現，智慧資本各要素除了對績效有直接影響外，並會透過要素間因果關係間接影響企業經營績效，其中人力資本正向影響創新資本及流程資本，而創新資本也會影響流程資本，流程資本則進一步影響顧客資本，再透過顧客資本正向的影響整體經營績效。

朱博湧等(2005)參照奧地利研究中心(Austrian Research Center, ARC)之智慧資本報告，建構工研院智慧資本之報告架構，並與國外非營利研發機構建立之智慧資本報告進行標竿比較。研究發現人力資本、結構資本、關係資本三者均與成果效益間有高度正相關，驗證了智慧資本乃是研發組織根本價值來源之論點。

王東寶(2008)運用智慧資本探討經濟部科技專案「研發效率」與「技術擴散效率」之影響與重要性，該研究指出，科技專案之智慧資本愈高則其「研發效率」與「技術擴散效率」階段效率值愈高，即智慧資本為科技專案之價值來源，其中又以人力資本最為關鍵，亦即智慧資本對科技專案執行效率有正向的影響，能為科技專案帶來競爭優勢及有助於其價值提升。

綜上所述，智慧資本對組織績效均有一定程度的影響，然而過去卻沒有學者針對軍通專案之執行成效，探討其與智慧資本之間的關聯性。

三、研究設計與方法

(一) 建構兩階段生產績效衡量模型之概念

本研究利用 DEA 多投入及多產出評估概念，參考徐基生等(2003)、朱斌妤(2005)、吳學良與林育司(2005)、Wu et al. (2006)、王東寶(2008)、胡均立等(2010)、Lu and Hung (2010)、Lu and Hung (2011)所使用之投入產出變數，如表 2，藉以建構軍通專案兩階段生產程序模型，如圖 2。

表 2：投入產出變數參考文獻整理

投入/產出變項	過去使用該變數之學者
決算數(投入)	朱斌妤(2005)、徐基生等(2003)、吳學良與林育司(2005) Wu et al.(2006)、王東寶(2008)、Lu and Hung(2011)
研發人力(投入)	朱斌妤(2005)、徐基生等(2003)、吳學良與林育司(2005) Wu et al.(2006)、王東寶(2008)、胡均立等(2010)、Lu and Hung(2011)
執行期間(投入)	王東寶(2008)、胡均立等(2010)、Lu and Hung(2011)
學(技)術報告 (產出/投入)	徐基生等(2003)、王東寶(2008)、胡均立等(2010)、Lu and Hung(2011)
專利申請 (產出/投入)	朱斌妤(2005)、徐基生等(2003)、吳學良與林育司(2005) Wu et al.(2006)、王東寶(2008)、胡均立等(2010)、Lu and Hung(2011)
關鍵技術引進 (產出/投入)	朱斌妤(2005)、王東寶(2008)、Lu and Hung(2011)
產學研合作(產出)	朱斌妤(2005)、王東寶(2008)、Lu and Hung(2011)
技術服務(產出)	王東寶(2008)、Lu and Hung(2011)
技術及專利移轉 (產出)	朱斌妤(2005)、徐基生等(2003)、吳學良與林育司(2005) 王東寶(2008)、Lu and Hung(2011)

第一階段為「研發效率」階段，目的在以生產概念探討研發機構對研發經費、資源等，是否已充分運用並發揮其使用效益，故以決算數、研發人力及執行期間為投入變數，以學(技)術報告、專利申請及關鍵技術引進數為產出變數項。

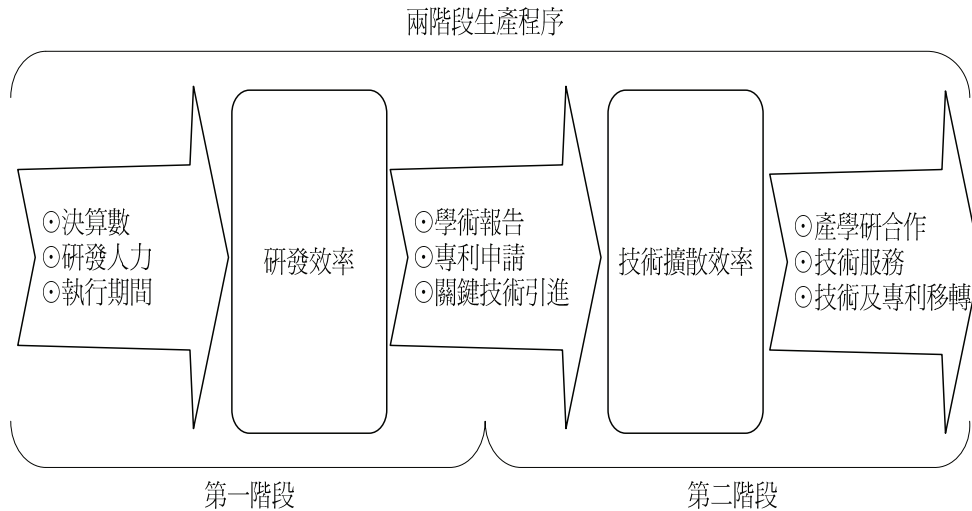


圖 2：軍通專案兩階段生產程序模型

第二階段為「技術擴散效率」階段，目的在以研發成果之擴散概念，探討軍通專案所獲得成果對民間技術產業升級、國內經濟發展的助益，故以學(技)術報告、專利申請及關鍵技術引進數為投入變數，以產學研合作、技術服務、技術及專利移轉為產出變數項。

本研究之投入及產出變數項係參考中科院編製之「統計報告」(1998-2007)，其定義敘述如表 3。

(二) 研究對象與資料選取

1. 研究對象

本研究以中科院「軍通專案」為研究對象。軍通專案依其計畫屬性及其位之差異，區分有「國家型計畫」、「軍種委託研發(製)計畫」、「學術合作計畫」及「軍民通用產合開發計畫」等類型。其中「軍民通用產合開發計畫」主要係執行經濟部科專計畫及軍民通用科技發展計畫，是歷年來活絡國內經濟發展與促進民間產業技術升級的主要力量之一，本研究為考量 DEA 模型之決策單位(DMU)需具「同質性」之要求，且須符合本研究欲同時探討具備

表 3：軍通專案投入與產出變項之定義

變項及屬性	定義	單位
決算數(投入)	計畫執行期間所投入研發經費的決算數	萬元
研發人力(投入)	計畫執行期間所投入的研發人數	人數
執行期間(投入)	計畫執行的時間	月數
學(技)術報告 (產出/投入)	計畫執行所完成之國內、外論文及學(技)術期刊研究報告篇數	篇數
專利申請(產出/投入)	指計畫所獲得的國內、外專利申請及獲得件數	件數
關鍵技術引進 (產出/投入)	指藉由國外技術合作、技術授權、技術移轉等，取得國外之先進關鍵核心技術並引進國內	件數
產學研合作(產出)	指藉由國內產業界、學界、研發機構技術合作開發案	件數
技術服務(產出)	指已建立之技術，接受外界委託從事特定產品之研發、檢校、維修、技輔等短期服務	件數
技術及專利移轉(產出)	指計畫之技術，藉由技術移轉、授權予廠商使用	廠家數

研發能力及技術擴散能力效益之範疇，故僅選取「軍民通用產合開發計畫」類型之軍通專案作為研究對象。

2. 資料選取

本研究探討範疇之投入及產出變數係以中科院編製之「統計報告」為次級資料來源，此報告係由中科院每年依相關法令編撰並呈報國防部及行政院，具有高度公信力與完整性，並涵蓋軍通專案「軍民通用產合開發計畫」之整體執行成果，因資料獲得來源及可靠性無虞，故採用近十年(1998 至 2007 年)為樣本取樣期間。另考量軍通專案計畫執行成果之完整性，僅針對已完成之計畫進行取樣與分析，經整理 1998 至 2007 年間共載錄 86 筆專案計畫，其中剔除有部分資料缺失、遺漏、計畫中止或尚未執行完成等之專案後，篩選符合本研究要求之樣本，計有 50 筆專案計畫，其中「電子系統」領域占 22 案，「化學與材料」領域占 16 案，「應用力學」領域占 12 案。另依據 Golany and Roll (1989)的研究經驗法則：「決策單位之數目應為投入及產出項目個數總合的兩倍以上」，而檢視本研究計有 50 個決策單位，大於兩個階段各有 3 個投入及產出變項總合的兩倍以上(即 $50 > 2(3+3)=12$)，因此本研究之兩階段 DEA

模型具有穩健可靠的建構效度。

(三) 選取智慧資本各構面(操作變數)之代理變數

1. 人力資本構面之代理變數

國防部針對中科院實際從事研發專案之科技人員，已建置有一套完備之考選評鑑制度機制，受考評人員必需兼具學歷、經歷及科技專業等條件，始能通過評鑑，並由國防部核授「科技品位證書」，除個人享有較高之薪額外，亦即代表此類人員將對科技研究工作具有正面且直接之助益，因此，當某一軍通專案所投入的研發人力中，有較高比率的人員獲得科技品位證書，此即代表該軍通專案具備較優質的人力，亦即人力資本較高。故本研究選取對中科院最具代表性之人力資本代理變數為：科技品位證書核授率(即每一決策單位之核授證數除以每一決策單位之人數之比率)。

2. 結構資本構面之代理變數

本研究參考吳秀娟(2000)、李坤致(2001)、王文英與張清福(2004)等研究，結構資本係指鑲嵌於組織例行作為中的知識，對於中科院這類型的研發機構而言，其主要的例行作為即是研發工作，而代表研發工作所具備的知識即是專利，專利的獲得即代表研發機構具備該項成熟的技術與核心能力，因此在結構資本操作變數部分，選取對中科院較具代表性之代理變數為：專利獲得件數。

3. 關係資本構面之代理變數

為使民間企業機構瞭解軍通專案成果對民生科技產業技術的貢獻，並可具體衡量知識分享所創造的效益，且經由對外公開發表研發成果及技術交流，亦可將技術知識加以有效擴散；故有關中科院與產業界、學術界、國內外其他科技研究機構之學、技術合作專案件數，則可衡量到研究組織與其他外部組織之密切合作發展關係。因此，在關係資本操作變數部分，選取對中科院最具代表性之代理變數為：產學研合作案數。

(四) 研究方法

1. 資料包絡分析法

Charnes et al. (1978)參考 Farrell (1957)之效率概念，提出 CCR 模式來評估多個決策單位的相對效率。CCR 模式之基本假設為固定規模報酬，即投入增加一定的比率，相對產出也會增加一定的比率。假設評估 n 個決策單位，若每一個決策單位使用 m 項投入和 s 項產出，則在固定規模報酬產出導向的假設下，第 k 個 ($k=1,2,\dots,n$) 受評決策單位之技術效率(TE)可運用下列線性規劃取得：

$$\begin{aligned} & \text{Max } \theta_k \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik}, \quad i=1,\dots,m, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta_k y_{rk}, \quad r=1,\dots,s, \\ & \theta_k, \lambda_j \geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

n 代表決策單位個數， x_{ij} 與 y_{rj} 為第 j 個決策單位之第 i 個投入量與第 r 個產出量，則所有受評決策單位可計算技術效率(Technical Efficiency, TE)為 $1/\theta_k$ ，若技術效率為 1(或 100%)則表示某受評決策單位是有技術效率的，相對的如果技術效率小於 1，即表示決策單位是無技術效率的。

如果等式(1)再加入另一限制條件 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，則基本假設修正為變動規模報酬，即投入增加一定的比率，未必使產出增加一定的比率。受評決策單位在變動規模報酬產出導向的假設下所獲得的效率定義為純粹技術效率(Pure Technical Efficiency, PTE)為 $1/\theta_k$ ，此即所謂 BCC 模式(Banker et al., 1984)，進一步可藉由技術效率和純技術效率計算每一決策單位的規模效率(Scale Efficiency, SE)，請參閱等式(2)。

$$SE = TE / PTE. \quad (2)$$

當規模效率等於 1 時，即代表受評決策單位目前作業現況為固定規模報酬，當規模效率小於 1 時，受評決策單位可依目前的作業現況藉由縮減或擴張投入來達到規模經濟。

2. 階層 DEA(Stratification DEA)

令 $J^l = \{DMU_j, j=1, \dots, n\}$ 代表所有決策單位的集合， $J^{l+1} = J^l - E^l$ ，其中 $E^l = \{DMU_k \in J^l | \phi(l, k)\}$ ， $\phi(l, k)$ 代表在第 l 次下，第 k 個決策單位在等式(3)執行下所得到的效率值， E^l 代表第 l 次下執行等式(3)得到「有效率」的決策單位之集合，也就是效率值為 $\phi(l, k)=1$ 的集合。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{\lambda_j, \phi(l, k)} \phi(l, k) \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{j \in F(J^l)} \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik}, \quad i = 1, \dots, m, \\
 & \sum_{j \in F(J^l)} \lambda_j y_{rj} \geq \phi(l, k) y_{rk}, \quad r = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \phi(l, k), \lambda_j \geq 0, j \in F(J^l),
 \end{aligned} \tag{3}$$

其中 $j \in F(J^l)$ 意謂 $DMU_j \in J^l$ 。當 $l=1$ 時，等式(3)等於傳統產出導向的 BCC 模式， E^1 是由位於效率前緣的決策單位所形成的集合。位於集合 E^1 的決策單位定義為第一層最好的效率前緣。當 $l=2$ 時，首先移除位於集合 E^1 的決策單位，再利用等式(3)決定第二層最好的效率前緣，定義為 E^2 。依照如此的方式，即可定義不同等級的效率前緣， E^l 定義為第 l 層最好的效率前緣。我們以下列的演算過程來說明如何決定出每一層的最佳效率前緣。

步驟 1：設定 $l=1$ ，針對所有的決策單位 (J^1) 執行等式(3)，即可獲得第一層最佳的效率前緣，定義為 E^1 。

步驟 2：排除前次位於效率前緣的決策單位，定義新集合為 $J^{l+1} = J^l - E^l$ 。(如果 $J^{l+1} = \emptyset$ 即停止)。

步驟 3：接著繼續使用等式(3)針對新集合進行效率測度，即可取得另一群位於效率前緣的決策單位，定義為 J^{l+1} 。

步驟 4：令 $l=l+1$ ，回到步驟 2。

當 $J^{l+1} = \emptyset$ ，演算即停止。

3. 單因子變異數分析

變異數分析是社會與行為科學最常使用的統計方法之一，其作用在於分析各種變異的來源，且進而加以比較，以瞭解不同的變數所造成的研究結果是否具有顯著的差異。在變異數分析中有多種不同的變形，若僅探討一個自變項和一個依變項之間的關係，此種變異數分析則稱為單因子變異數分析 OneWay ANOVA(Analysis of Variance)。統計模式中將觀察值(y_m)分解成總均值(μ)、因子處置效果(α_t)、誤差項(e_m)等三者之總和。其中總均值是所有觀察值之總平均值；因子處置效果是基於因子之不同組別所造成的各組均值差異。其統計模式如下：

$$y_m = \mu + \alpha_t + e_m \quad (4)$$

其中

y_m = 第 t 個組別第 n 個個案之「研發效率值」或「技術擴散效率值」；

μ = 總均值；

α_t = 第 t 個組別的處置效果；

e_m = 對應之誤差項，遵循 $NID(0, \sigma^2)$ ；

NID (Normally and Independently Distributed)表示常態和獨立的分配；

$t = 1, \dots, I; n = 1, \dots, N_t$ 。

本研究即運用獨立樣本設計之單因子變異數分析 OneWay ANOVA 探討智慧資本(自變數)與軍通專案效率群體間(依變項)的關聯性，相較於複迴歸，本研究係將人力資本、結構資本、關係資本分別按軍通專案效率群體區分為三群互為獨立的樣本，依變項則為連續變項，每個依變項分開考驗，而複迴歸則是將人力資本、結構資本、關係資本各視為一個自變項，不再區分效率群體，因此無法探討出各智慧資本代理變數與階層 DEA 所區分的效率群體之間的關係，故本研究採用單因子變異數分析較為適切，亦能結合階層 DEA 所探討出的結果進行分析。

四、實證結果分析

(一) 樣本敘述統計

1. 研究樣本敘述統計分析

本研究軍通專案(整體)之投入、產出變數敘述統計資料如表 4 所示。

表 4：軍通專案投入、產出變數之敘述統計(全體)

變數項目	單位	最大值	最小值	平均數	標準差
決算數	萬元	110,875.10	13,210.20	49,410.27	29,821.65
研發人力	人數	181.00	15.00	73.20	43.99
執行期間	月數	36.00	12.00	18.96	7.70
學(技)術報告	篇數	25.00	2.00	14.72	5.20
專利申請	件數	38.00	2.00	13.12	7.89
關鍵技術引進	件數	7.00	0.00	0.60	1.29
產學研合作	件數	28.00	0.00	11.82	7.28
技術服務	件數	44.00	0.00	19.74	10.76
技術及專利移轉	廠家數	16.00	0.00	2.74	3.83

而在產業應用研發領域中，「電子系統」領域占 22 案，「化學與材料」領域占 16 案，「應用力學」領域占 12 案。總投入金額高達 2,470,513.52 萬元，研發人力共投入 3,660 人，共執行期間 948 月，共計完成學(技)術報告 736 篇，獲得專利申請 656 件，關鍵技術引進 30 件，產學研合作 591 件，技術服務 987 件，技術及專利移轉 137 件。投入、產出變數之敘述執行統計如表 5。

2. Pearson 相關性分析

另依 Golany and Roll (1989)研究，DEA 之投入與產出項選出後，必須進行相關性分析，以驗證投入與產出變數間是否具有同向性關係(Isotonicity)，即一部份投入增加會使一部份產出增加。表 6 顯示本研究之投入與產出變數之 Pearson 相關分析結果，可知本研究之投入變數與產出變數間均存有正向關係，符合 DEA 變數選取要求。

表 5：軍通專案投入、產出變數之敘述統計(產業應用研發領域)

變數項目	單位	產業應用研發領域			總計
		電子系統	化學與材料	應用力學	
計畫數	件數	22.00	16.00	12.00	50.00
決算數	萬元	1,157,680.77	815,469.85	497,362.90	2,470,513.52
研發人力	人數	1,589.00	1,226.00	845.00	3,660.00
執行期間	月數	396.00	312.00	240.00	948.00
學(技)術報告	篇數	341.00	235.00	160.00	736.00
專利申請	件數	292.00	229.00	135.00	656.00
關鍵技術引進	件數	16.00	10.00	4.00	30.00
產學研合作	件數	255.00	229.00	107.00	591.00
技術服務	件數	504.00	316.00	167.00	987.00
技術及專利移轉	廠家數	101.00	25.00	11.00	137.00

表 6：軍通專案投入與產出變數之相關性分析

變數	決算數	研發人力	執行期間	學(技)術報告	專利申請	關鍵技術引進	產學研合作	技術服務	技術及專利移轉
決算數	1.000	0.662	0.559	0.632	0.728	0.676	0.753	0.696	0.598
研發人力		1.000	0.867	0.433	0.423	0.273	0.471	0.353	0.389
執行期間			1.000	0.312	0.352	0.285	0.376	0.264	0.336
學(技)術報告				1.000	0.524	0.407	0.396	0.366	0.385
專利申請					1.000	0.636	0.647	0.658	0.564
關鍵技術引進						1.000	0.622	0.517	0.378
產學研合作							1.000	0.641	0.363
技術服務								1.000	0.682
技術及專利移轉									1.000

(二) 兩階段生產績效模型分析

由於軍通專案計畫之目的係為落實國防科技擴散運用於民生工業與協助國家經濟發展之目標，因此本研究採用 DEA 產出導向模型，並依據本研究建構之兩階段生產模型衡量軍通專案相對績效，兩階段效率值如表 7，分析結果說明如下：

1. 「研發效率」階段

此階段軍通專案平均技術效率為 0.757，平均純技術效率為 0.876，平均規模效率為 0.848。平均純技術效率高於平均規模效率，顯示目前整體技術無效率主要係來自規模無效率。此結果指出軍通專案主管單位應解決軍通專案無規模效率之問題。就純技術效率而言，純技術平均效率為 0.876，顯示「研發效率」階段在維持現有投入水準基礎下，平均增加 12.4% 的產出即可達到效率前緣，然而，想要增加研發成果產出，則必須強化專案管理能力，作好專案規劃、執行與控制，妥善管控研發支出，掌握人力資源，設定階段執行成效，掌握時程，控制執行期間，如此應可提升研發成果產出。

就規模效率而言，此階段軍通專案平均規模效率值為 0.848，此意謂當軍通專案在現有規模效率條件時，應進一步增加產出 15.2%，則可改善至固定規模報酬；惟目前僅有 14 個計畫(28%)達到固定規模報酬，此數值呈現出軍通專案整體上在「研發效率」階段仍未達到一定的規模效率，而非純技術效率效率值不足之問題，研發機構應妥適研擬適當策略改善規模效率，亦即大多數的軍通專案，其投入一單位的生產要素，並無法產生一單位的產出，而達到固定規模報酬，因此必須能有效掌控專案執行成果，提高研發成功率與掌握關鍵核心技術。

2. 「技術擴散效率」階段

此階段軍通專案平均技術效率為 0.774，平均純技術效率為 0.826，平均規模效率為 0.935。就純技術效率而言，平均純技術效率為 0.826，指出「技術擴散效率」階段在維持現有投入水準下，平均增加 18% 的產出即可達到效率前緣，亦即有效掌握關鍵技術，建構跨領域整合性研究，提高產業技術應用廣度，舉辦說明會介紹技術內容，積極尋求合作廠商，增加產學合作與技

表 7：軍通專案兩階段效率值

項目	研發效率			技術擴散效率		
	技術效率	純技術效率	規模效率	技術效率	純技術效率	規模效率
平均值	0.757	0.876	0.848	0.774	0.826	0.935
極大值	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
極小值	0.397	0.555	0.533	0.232	0.306	0.574
標準差	0.223	0.133	0.152	0.225	0.212	0.119
有效率	11 (22%)	15 (30%)	14 (28%)	16 (32%)	20 (40%)	34 (68%)
無效率	39 (78%)	35 (70%)	36 (72%)	34 (68%)	30 (60%)	16 (32%)

轉案件，即可改善純技術效率。此階段平均規模效率值為 0.935，此意謂當軍通專案在現有規模效率時，只要進一步增加產出 6.5%，即可改善至固定規模報酬。而此階段有 34 個計畫(68%)達到固定規模報酬，此數值呈現出軍通專案在「技術擴散效率」階段中，整體上已達到一定的規模效率。

由上述可知，「技術擴散效率」階段較「研發效率」階段為佳。而規模報酬分析顯示，「技術擴散效率」階段有 34 個計畫(68%)達到固定規模報酬情境，「研發效率」階段則僅 14 個計畫(28%)達到固定規模報酬情境，此階段大多數計畫仍未達到有效率，但「技術擴散效率」階段仍較「研發效率」階段為佳。由此顯示中科院除配合國家政策積極落實推動國防科技移轉運用於民生工業與協助經濟發展之目標已有顯著成果外，仍須因應整體政經情勢環境之變化而著重本身研發技術能力之提昇與關鍵核心技術之開發、引進，俾能逐步改善軍通專案之「研發效率」。

(三) 產業應用研發領域效率分析

本研究依據中科院編印之「統計報告」(1998-2007)，將軍通專案區分為「電子系統」、「化學與材料」及「應用力學」等三種產業應用研究專業領域，其中「電子系統」領域主要為光電、資訊、導控、機械自動化、無線通訊等

產業；「化學與材料」領域主要為化學化工、航太燃料、電子材料、奈米科技、金屬材料等產業；「應用力學」主要為航太工業、火箭推進、車輛運輸等產業。效率值整理如表 8，分析結果如下：

1. 「研發效率」階段

各產業應用研發領域之平均純技術效率值以「應用力學」領域 0.977 較佳，相對有效率計畫有 9 案，其次為「電子系統」領域為 0.910，相對有效率計畫有 9 案，「化學與材料」領域略差為 0.896，相對有效率計畫有 9 案，顯示軍通專案在「研發效率」階段，「應用力學」領域整體上較其他領域之專案相對較佳。

2. 「技術擴散效率」階段

此階段各產業應用研發領域平均純技術效率值仍以「應用力學」領域 0.976 較佳，相對有效率計畫有 8 案，其次為「化學與材料」領域為 0.902，相對有效率計畫有 11 案，「電子系統」領域略差為 0.879，相對有效率計畫有 14 案，顯示軍通專案在「技術擴散效率」階段，「應用力學」領域整體上較其他領域之專案相對較佳。

整體而言，「研發效率」階段與「技術擴散效率」階段皆以「應用力學」領域較佳。探究其原因係「應用力學」本為中科院歷年研製戰機、導彈已累積深厚之關鍵技術能力，亦為其身負國防科技研發機構及國家實驗室定位之核心價值所在，因此「研發效率」較佳；又因「應用力學」可應用在力學、奈米、生醫、機電系統，以及環境、能源等領域，可與民生工業相結合，產業遍佈廣泛，投資效益顯見，廠商投資意願強烈，故「技術擴散效率」亦較佳。為落實國防科技有效運用於民生工業並協助國家經濟發展之使命，國防研發機構應持續投入並妥適配置運用相關資源，以達能兼顧提昇「研發效率」及「技術擴散效率」之雙重目標。

表 8：產業應用研發領域純技術效率值(BCC)

領域別	研發效率			技術擴散效率		
	平均效率值	有效率	無效率	平均效率值	有效率	無效率
電子系統	0.910	9(40.9%)	13(59.1%)	0.879	14(63.6%)	8(36.4%)
化學與材料	0.896	9(56.3%)	7(43.7%)	0.902	11(68.7%)	5(31.3%)
應用力學	0.977	9(75%)	3(25%)	0.976	8(66.6%)	4(33.4%)
整體	0.876	15(30%)	35(70%)	0.826	20(40%)	30(60%)

(四) 智慧資本與軍通專案績效之關聯性分析

1. 軍通專案效率群體分布情形

本研究運用分層 DEA(Seiford and Zhu, 2003; Swink et al., 2006; Lu and Hung, 2011)概念將軍通專案逐級區分高效率(即群體 1)、中低效率(即群體 2)、無效率(即群體 3)三層效率群體，分析結果彙整如表 9。在「研發效率」方面，群體 1 共有 27 個計畫、群體 2 共有 18 個計畫、無效率群體共有 5 個計畫。而在產業應用研發領域方面，群體 1 之「電子系統」、「化學與材料」、「應用力學」領域之計畫比例均等，各占群體 1 之 33%，在無效率群體則以「化學與材料」領域計畫比例較高，占無效率群體 60%。

在「技術擴散效率」方面，軍通專案群體 1 共有 33 個計畫、群體 2 共有 14 個計畫、無效率群體共有 3 個計畫。在產業應用研發領域方面，發現在群體 1 以「電子系統」領域比例較高，占群體 1 之 42%，其次為「化學與材料」領域，占群體 1 之 33%，再者為「應用力學」領域，占群體 1 之 25%，而在無效率群體則以「電子系統」領域最高，占無效率群體比例 100%。

2. 智慧資本與軍通專案不同效率群體效率值關係

本研究利用 OneWay ANOVA 探究軍通專案「研發效率」及「技術擴散效率」二階段各三個效率群體之效率值與智慧資本指標間之關係。

(1)「研發效率」階段

由表 10 OneWay ANOVA 分析表可知，在「研發效率」階段軍通專案之

表 9：軍通專案各效率群體彙整表

研發效率				技術擴散效率			
群體及計畫數		領域別及計畫數		群體及計畫數		領域別及計畫數	
群體 1 (高效率)	27	電子系統	9(33%)	群體 1 (高效率)	33	電子系統	14(42%)
		化學與材料	9(33%)			化學與材料	11(33%)
		應用力學	9(33%)			應用力學	8(25%)
群體 2 (中低效率)	18	電子系統	11(61%)	群體 2 (中低效率)	14	電子系統	5(36%)
		化學與材料	4(22%)			化學與材料	5(36%)
		應用力學	3(17%)			應用力學	4(28%)
群體 3 (無效率)	5	電子系統	2(40%)	群體 3 (無效率)	3	電子系統	3(100%)
		化學與材料	3(60%)			化學與材料	0(0%)
		應用力學	0(0%)			應用力學	0(0%)
總計	50	—	50(100%)	總計	50	—	50(100%)

表 10：「研發效率」效率值與智慧資本單因子變異數分析

變數	DEA 效率群體及平均值				F	(P-value)	臨界值
	群體 1 (N=27)	群體 2 (N=18)	群體 3 (N=5)	合計 (N=50)			
人力資本 科技品位證書核授率	0.86	0.80	0.69	0.82	8.276	(0.000)***	2.699
結構資本 專利獲得件數	15.89	9.22	12.20	13.12	2.761	(0.046)*	2.699
關係資本 產學研合作案數	12.67	9.83	14.40	11.82	0.780	(0.507)	2.699

註：***P<0.001，**P<0.01，*P<0.05

人力資本與 DEA 效率群體間具有顯著差異，顯示在軍通專案中人力資本高低對其效率值有顯著之影響。因此中科院未來之人員進用政策應持續提高實際從事研發工作人員之比例，並積極提升研發工作人員之素質(如獲取科技品位證書)，對於精進改善研發效率將有正向助益。

而「研發效率」階段軍通專案之結構資本與各效率群體間亦具有顯著差異，顯示在軍通專案中結構資本高低對其效率值亦有顯著影響。因此中科院應持續提升結構資本(如專利權申請)，逐步再加強改善研發效率。

在關係資本中，DEA 效率群體與關係資本各變數平均值之差異較無顯著關係，顯示在關係資本高低對「研發效率」階段之效率值較無顯著影響，亦表示軍通專案在「研發效率」階段中，其關係資本(如產學研合作案數)的高低對各效率群體的效率值較無實質上之助益或影響。

(2)「技術擴散效率」階段

由表 11 OneWay ANOVA 分析表可知，「技術擴散效率」階段軍通專案之人力資本與 DEA 效率群體具有顯著差異，顯示在軍通專案中人力資本高低對其效率值有顯著影響。

而結構資本中各效率群體平均值並無顯著差異，顯示在「技術擴散效率」階段軍通專案之結構資本高低對其效率值較無顯著影響。

最後關係資本與效率群體關係部分，關係資本變數與各群體間具有顯著差異，顯示在軍通專案中關係資本高低對「技術擴散效率」階段之效率值有顯著影響，亦表示中科院應積極持續提升關係資本(如增加產學研合作案數)，對於軍通專案之「技術擴散效率」將有絕對正面之助益。

表 11：「技術擴散效率」效率值與智慧資本單因子變異數分析

變數	DEA 效率群體及平均值				F	(P-value)	臨界值
	群體 1 (N=33)	群體 2 (N=14)	群體 3 (N=3)	合計 (N=50)			
人力資本 科技品位證書核授率	0.84	0.80	0.68	0.82	4.889	(0.003)**	2.699
結構資本 專利獲得件數	12.88	13.71	13.00	13.12	0.036	(0.990)	2.699
關係資本 產學研合作案數	13.42	10.00	2.66	11.82	2.545	(0.050)*	2.699

註：***P<0.001，**P<0.01，*P<0.05

(五) 管理決策矩陣分析

DEA 分析後為進一步探討軍通專案中「研發效率」與「技術擴散效率」情形，以「研發效率」純技術效率值為矩陣橫軸，「技術擴散效率」純技術效率值為縱軸，建構管理決策矩陣，如圖 3，藉以探討各軍通專案所在象限與延伸之管理意涵，協助中科院各部門與其他研究機構績效改善及執行規劃參考，分析結果描述如下：

1. 第 1 象限：同時具「研發效率」與「技術擴散效率」有效率者計有 17 案(34%)。有「電子系統」領域 4 案、「化學與材料」領域 7 案及「應用力學」領域 6 案位於此象限，為相對績效較佳之計畫，此 17 計畫值得其他計畫學習。

2. 第 2 象限：具備「研發效率」無效率與「技術擴散效率」有效率者計有 16 案(32%)。計有「電子系統」領域 10 案、「化學與材料」領域 4 案及「應用力學」領域 2 案位於此象限，為相對績效較佳之計畫。此象限計畫研發效率相對其他計畫為差，各研究機構應擬定適當策略改善，像是作好專案規劃，妥善控制研發支出，掌握人力資源，設定階段執行成效，掌握時程，嚴格控制執行期間，如此應可增加研發成果，進而改善研發效率，則可轉換至第 1 象限。

3. 第 3 象限：具備「研發效率」有效率與「技術擴散效率」無效率者計有 11 案(22%)，計有「電子系統」領域 5 案、「化學與材料」領域 2 案及「應用力學」領域 4 案位於此象限。此區域計畫技術擴散效率相對其他計畫為差，應擬定適當策略改善，像是掌握關鍵技術，建構跨領域整合性研究，提高產業技術應用廣度，舉辦說明會介紹技術內容，積極尋求合作廠商，進而改善擴散能力，則可轉換至第 1 象限。

4. 第 4 象限：「研發效率」與「技術擴散效率」均無效率者計有 6 案(12%)，計有「電子系統」領域 3 案及「化學與材料」領域 3 案位於此象限。此區域研發效率與技術擴散效率相對其他計畫為差，應擬定適當策略改善，建議先行改善研發效率，像是作好專案規劃，妥善控制研發支出，掌握人力資源，設定階段執行成效，掌握時程，嚴格控制執行期間，以提升研發成果與效率

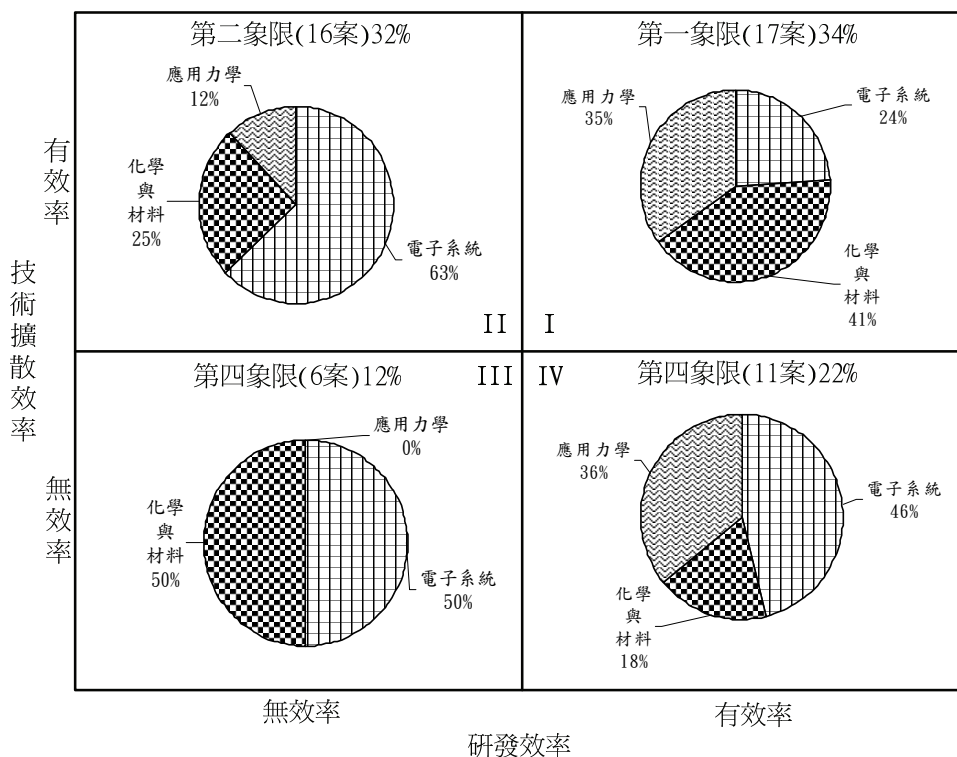


圖 3：軍通專案管理決策矩陣

後，再強化擴散能力，像是掌握關鍵技術，建構跨領域整合性研究，提高產業技術應用廣度，舉辦說明會介紹技術內容，積極尋求合作廠商，進而改善擴散能力。

綜合而言，軍通專案大多數位於第 1 象限，比例達 34%，位於第 4 象限者，僅占總比例 12%。顯示軍通專案目前的「研發效率」與「技術擴散效率」大致尚屬良好。

五、結論與建議

(一) 結論

本研究實證發現說明如下：

1. 兩階段效率分析

整體而言，「技術擴散效率」階段較「研發效率」階段為佳。顯示中科院配合國家政策落實推展國防科技移轉擴散於民生工業以有效提升國力之目標，已有顯著之成果與效益，惟在現今科學研究發展技術競爭愈趨激烈之國際政經情勢下，仍須因應整體環境之變化，並藉由民生產業技術的發展，進而加強著重本身研發能量之提昇與關鍵核心技術之開發，俾能逐步改善強化軍通專案之「研發效率」。

2. 各產業應用研發領域效率分析

「研發效率」階段以「應用力學」領域較佳，「技術擴散效率」階段亦是「應用力學」領域較佳。探究其原因係「應用力學」本為中科院歷年研製戰機、導彈已累積深厚之關鍵技術能力，亦為其身負國防科技研發機構及國家實驗室定位之核心價值所在，因此該領域之「研發效率」較佳；又因「應用力學」可應用在力學、奈米、生醫、機電系統，以及環境、能源等領域，可與民生工業相結合，產業遍佈廣泛，投資效益顯見，廠商投資意願強烈，故「技術擴散效率」亦較佳

3. 智慧資本與軍通專案各效率群體之關聯性

本研究發現在「研發效率」階段，軍通專案人力資本及結構資本高低對其效率值有顯著影響；在「技術擴散效率」階段，軍通專案人力資本及關係資本高低對其效率值有顯著影響。整體而言，軍通專案之智慧資本愈高則其「研發效率」與「技術擴散效率」階段效率值愈高，亦即智慧資本為研發機構價值來源，其中又以人力資本最為關鍵。

4. 管理決策矩陣

中科院軍通專案，大多位於第 1 象限，比例達 34%，位於第 4 象限者，僅占 12%。顯示軍通專案目前的「研發效率」與「技術擴散效率」大致尚屬

良善。

(二) 建議

1. 持續強化研發成果之維護與運用

軍通專案之最終目的在於希望藉由國防科技研發成果的移轉擴散對國內產業能具有正面影響並創造其實質經濟價值，因此研發成果經由擴散與運用而衍生之長期產業效益，將成為彰顯軍通專案價值之關鍵因素。而本研究發現軍通專案就整體效率值而言，「技術擴散效率」階段雖較「研發效率」階段為佳，惟仍然有可再精進改善之空間，中科院及其主管機關應積極持續強化軍通專案之衍生效益，以有效提升國家整體產業在國際上之競爭力。

2. 持續培育國防科學研究專技人才

國防科技研究為國家科技及國防武力發展極為重要之一環，亦為國內各型產業長期發展的重要投資與成長動力，而研發專技人力則是國家的重要資產，本研究發現智慧資本之人力資本對軍通專案之「研發效率」與「技術擴散效率」具有關鍵且顯著之影響。

然而，中科院於民國 58 年成立迄今，在蕞路藍縷的開拓下，亦累積有將近四十年之光輝歲月，然因受限於公務行政體系之人事政策限制與制度僵化，使得中科院內部的科技研究人員平均年齡結構逐漸老化而未能有效率進用人力汰換新血，儼然已成為啃蝕人力資本的一大隱憂。因此，主管機關應亟思如何持續培育新血，積極引進國防科技研發專技人才，實為加強精進及確實改善軍通專案研發績效最直接且有效之方法。

3. 支持推動組織轉型

我國設置「行政法人」係由行政院於民國 91 年提出，藉由在傳統行政機關之外成立公法性質的獨立體，一方面可以引進企業經營精神，使得公共業務的推行更專業化、更講究效能，而不受到現行行政機關有關人事、會計等制度的束縛，另一方面政府仍需編列預算支應其全部或大部分之經費，使行政法人無後顧之憂，確保這些公共任務之實施，以及法人機關之營運自主的彈性。

中科院業於 97 年 10 月獲總統及行政院之政策指示，研究規劃轉型為「行政法人」，中科院未來的前景與格局，將可望有重大突破性之發展。而此一絕佳契機得之絲毫不易，應好好地把握與正視，然轉型必須通過重重嚴密的立法程序及完成相關配套制度的設置，過程勢必異常艱鉅，中科院應賡續秉持「科技興國」之優良傳承精神，積極配合支持推動國家政策，以落實順利完成組織轉型任務，冀期藉由「行政法人」此一良善制度，能將國防科技研發機構之核心價值和效能發揮到最大的效益，為國家社會與人民創造出更大的福祉。

參考文獻

中文部分

- 王文英、張清福 (2004),〈智慧資本影響績效模式之探討：我國半導體產業之實證研究〉,《會計評論》,39,頁 89-117。
- 王東寶 (2008),《智慧資本重要嗎？評估科技專案之研發效率與擴散能力》,國防大學管理學院財務管理學系碩士論文。
- 王癸元、黃德舜 (2002),〈技術創新、智慧資本與企業附加價值關係研究〉,2002 中華企業評價學會研討會,新竹：中華企業評價學會。
- 朱博湧、熊杏華、林裕凌、劉子衡 (2005),〈非營利研發機構之智慧資本與績效評估——工研院之實證研究〉,《管理學報》,22(3),頁 277-293。
- 吳秀娟 (2000),《企業市場價值與淨值差異影響之研究——以我國資訊電子業為例》,國立政治大學會計學研究所碩士論文。
- 吳思華 (2000),《智慧資本研究專案》,臺北：財團法人資訊工業策進會。
- 吳學良、林育司 (2005),〈經濟部科技專案執行效率之評估——資料包絡分析之實證〉,《科技管理期刊》,10(1),頁 101-134。
- 李坤致 (2001),《智慧資本與價值動因對企業價值影響之研究》,國立中正大學企業管理研究所碩士論文。
- 何雍慶 (1987),《工研院歷年來研究專案對產業影響之追蹤與分析》,新竹：工業技術研究院。
- 胡均立、韓宗甫、蔡毅龍 (2010),〈我國國防科技專案釋商的社會效率評估〉,《長庚人文社會學報》,3(1),頁 113-146。
- 徐基生、李宗耀、史欽泰、洪志洋、虞孝成、曾國雄 (2003),〈運用資料包絡分析法評量工業技術研究院各研發組織之研發績效〉,《管理評論》,22(2),頁 25-53。
- 陳玉玲 (1999),《組織內人力資本的蓄積-智慧資本管理之觀點》,國立中央大學人力資源管理研究所碩士論文。

- 陳美純 (2001),《資訊科技投資與智慧資本對企業績效影響之研究》,國立中央大學資訊管理研究所博士論文。
- 黃劭彥、林有志、林琦珍、施志成 (2008),〈智慧資本、智慧資本附加價值與企業績效之整合分析〉,《臺灣管理學刊》,8(1),頁 27-42。
- 楊 千 (2000),〈科技專案計畫績效評估〉,《研考雙月刊》,24(4),頁 30-36。
- 葉勝年 (1990),《大型工業技術研究發展成果績效評估之研究》,臺北:經濟部科技顧問室。
- 葉勝年 (1991),《科技發展專案計畫追蹤驗證評估模式之研究》,臺北:經濟部科技顧問室。
- 彼得 杜拉克(Peter Drucker)著,余佩珊譯,(1994),《非營利機構的經營之道》,臺北:遠流出版公司。

外文部分

- Bassi, L. J. and M. E. Van Buren (1999), "Valuing Investment in Intellectual Capital," *International Journal of Technology Management*, 18(5/6/7/8), 414-432.
- Bontis, N. (1998), "Intellectual Capital: An Exploratory Study that Develops Measures and Models," *Management Decision*, 36(2), 63-76.
- Bontis N. (1999), "Managing Organizational Knowledge by Diagnosing Intellectual Capital: Framing and Advancing the State of the Field," *International Journal of Technology Management*, 18(5/6/7/8), 433-463.
- Bontis, N., N. D. K. Jacobsen and G. Roos (1999), "The Knowledge Toolbox: A Review of the Tools Available to Measure and Manage Intangible Resources," *European Management Journal*, 17(4), 391-402.
- Bontis, N., W. C. C. Keow and S. Richardson (2000), "Intellectual Capital and Business Performance in Malaysian Industries," *Journal of Intellectual Capital*, 1(1), 85-100.
- Booth, R. (1998), "The Measurement of Intellectual Capital," *Management Accounting*, 76(10), 26-28.
- Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of

- Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Chen, Y. and J. Zhu (2004), “Measuring Information Technology’s Indirect Impact on Firm Performance,” *Information Technology and Management*, 5(1-2), 9-22.
- Edvinsson L. and M. S. Malone (1997), *Intellectual Capital: Realizing Your Company’s True Value by finding Its Hidden Roots*, New York: HarperCollins Publishers, Incorporation
- Farrell, M. J. (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253- 290.
- Galbraith, J. K. (1969), *The Affluent Society*, London: Hamish Hamilton.
- Golany, B. and Y. Roll (1989), “An Application Procedure for Data Envelopment Analysis,” *Omega, International Journal of management Science*, 17(3), 237-250.
- Grantham, C. E. and L. D. Nichols (1997), “A Framework for the Management of Intellectual Capital in the Health Care Industry,” *Journal of Health Care Finance*, 23(3), 1-19.
- Guthrie, J. (2001), “The Management, Measurement and the Reporting of Intellectual Capital,” *Journal of Intellectual Capital*, 2(1), 27-41.
- Hu, J. L. and W. K. Chu (2008), “Efficiency and Productivity of Major Asia-Pacific Telecom Firms,” *Chang Gung Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(2), 223-245.
- Johnson, W. H. A. (1999), “An Integrative Taxonomy of Intellectual Capital: Measuring the Stock and Flow of Intellectual Capital Components in the Firm,” *International Journal of Technology Management*, 18(5/6/7/8), 562-575.
- Joia, L. A. (2000), “Measuring Intangible Corporate Assets: Linking Business Strategy with Intellectual Capital,” *Journal of Intellectual Capital*, 1(1), 68-84.
- Kao, C. and S. N. Hwang (2008), “Efficiency Decomposition in Two-Stage Data Envelopment Analysis: An Application to Non-Life Insurance Companies in Taiwan,” *European Journal of Operational Research*, 185(1), 418-429.

- Knight, D. J. (1999), "Performance Measure for Increasing Intellectual Capital," *Strategy and Leadership*, 27(2), 22-25.
- Lo, S. F. (2010), "Performance Evaluation for Sustainable Business: A Profitability and Marketability Framework," *Corporate Social Responsibility and Environment Management*, 17(6), 311-319.
- Lo, S. F. and W. M. Lu (2006), "Dose Size Matter? Finding the Profitability and Marketability Benchmark of Financial Holding Companies," *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 23(2), 229-246.
- Lo, S. F. and W. M. Lu (2009), "An Integrated Performance Evaluation of Financial Holding Companies in Taiwan," *European Journal of Operational Research*, 198(1), 341-350.
- Lu, W. M. and S. W. Hung (2010), "Assessing the Performance of a Vertically Disintegrated Chain by the DEA Approach: A Case Study of Taiwanese Semiconductor Firms," *International Journal of Production Research*, 48(4), 1155-1170.
- Lu, W. M. and S. W. Hung (2011), "Exploring the Operating Efficiency of Technology Development Programs by An Intellectual Capital Perspective: A Case Study of Taiwan," *Technovation*, 31(8), 374-383.
- Luo, X. (2003), "Evaluating the Profitability and Marketability Efficiency of Large Banks: An Application of Data Envelopment Analysis," *Journal of Business Research*, 56(8), 627-635.
- Lynn, B. (1998), "Intellectual Capital: Key to Value-added Success in the Next Millennium," *CAM Magazine*, 71(1), 10-15.
- Lynn, B. E. (1999), "Culture and Intellectual Capital Management: A Key Factor in successful ICM Implementation," *International Journal of Technology Management*, 18(5/6/7/8), 590-603.
- Masoulas, V. (1998), "Organizational Requirements Definition for Intellectual Capital Management," *International Journal of Technology Management*, 16(1/2/3), 126-143.
- Molyneux, A. (1998), "IC and the ASCPA: Seeking Competitive Advantage," *Australian CAP*, 68(5), 27-28.

- Roos, J., G. Roos, N. C. Dragonetti and L. Edvinsson (1998), *Intellectual Capital: Navigating in the New Business Landscape*, New York: New York University Press.
- Seiford, L. M. and J. Zhu (1999), "Profitability and Marketability of the Top 55 US Commercial Banks," *Management Science*, 45(9), 1270-1288.
- Seiford, L. M. and J. Zhu (2003), "Context-Dependent Data Envelopment Analysis: Measuring Attractiveness and Progress," *Omega*, 31(1), 397-408.
- Sexton, T. R. and H. F. Lewis (2003), "Two-Stage DEA: An Application to Major League Baseball," *Journal of Productivity Analysis*, 19(2-3), 227-249.
- Swink, M, S. Talluri and T. Pandejpong (2006), "Faster, Better, Cheaper: A Study of NPD Project Efficiency and Performance Tradeoffs," *Journal of Operations Management*, 24(1), 542-562.
- Ulrich, D. (1998), "Intellectual Capital = Competence \times Commitment," *Sloan Management Review*, 39(2), 15-26.
- Zhu, J. (2000), "Multi-Factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies," *European Journal of Operational Research*, 123(1), 105-124.

The Relationship between Intellectual Capital and Dual-use Technology Development Program Performance

Wen-Min Lu^{*}, Dong-Sing He^{**}, Po-Yu Kao^{***}

Abstract

The purpose of this paper is to develop two-stage production process of the Dual-use Technology Development Programs (DuTDPs) to explore the “R&D performance” and “technology diffusion performance” by using a non-parametric frontier method-data envelopment analysis(DEA). In addition, this study also implements the sequential DEA identifying three DuTDP groups. One-Way ANOVA is used to analyze differences in intellectual capital (IC) variables across the three groups. The results reveal that R&D performance is better than technology diffusion for DuTDPs. The “Applied Mechanics” is more efficient than the other fields in R&D performance model. In the technology diffusion performance model, “Applied Mechanics” field is the best among all fields. The findings also point to the important of IC in achieving high levels of DuTDP efficiency. The potential applications and strengths of DEA and IC in assessing the performance of DuTDP are highlighted.

Keywords: Intellectual Capital(IC), Dual-use Technology Development Programs (DuTDPs), Data Envelopment Analysis(DEA), One-Way ANOVA

* Associate Professor, Department of Financial Management, National Defense University.

** Lecturer, Department of Financial Management, National Defense University, E-mail: dongsing.he@gmail.com.

*** Accountable officer, Chung-Shan Institute of Science and Technology.