

法人科技專案效率評估
-以五大產業創新政策與工研院智慧機械產業之科技專案為例
**The Efficiency Evaluation of Institutional Technology Development
Projects-Cases of the Technology Development Projects of Five Industrial
Innovation Policies and ITRI on the Smart Machinery Sector**

洪卉文 (Hui-Wen Hung)

朝陽科技大學財務金融系碩士

張阜民(Fu-Min Chang)

朝陽科技大學財務金融系教授

蔡裕成* (Yu-Cheng Tsai)

朝陽科技大學企業管理系台灣產業策略發展博士班博士生

摘要

本研究評估 2017-2019 年法人科技專案之效率，以五大產業創新政策與工研院智慧機械產業之科技專案為例。以研究經費與研究人力為投入變數，以專利獲得、專利應用件數、技術移轉件數及金額、委託案與工業服務件數及金額、促成投資生產件數及金額為產出變數，利用資料包絡分析法評估各單位之相對效率。研究結果顯示(1) 五大產業創新政策：就技術效率而言，在五大產業創新政策中，2017-2019 年度除了綠能科技領域之技術效率值小於 1 外，其餘產業創新政策領域的技術效率值皆等於 1，製造精進領域屬於相對有效率之領域；就純技術效率而言，2017-2019 年度製造精進領域純技術效率值皆等於 1，亦即對於所投入的資源達有效運用。(2) 工研院各相關單位：就技術效率而言，2017-2018 年度機械領域研究單位中心技術效率值小於 1，屬於相對無效率之研究單位中心；就純技術效率而言，2017-2019 年度機械領域研究單位中心純技術效率值皆等於 1，亦即對於所投入的資源達有效運用。

關鍵詞：資料包絡分析法; 技術效率; 法人科技專案; 智慧機械

* 聯絡作者

Abstract

This study evaluates the efficiency of institutional technology projects from 2017 to 2019, taking the technology development projects of five industrial innovation policies and ITRI on the smart machinery sector as an example. We apply the data envelopment analysis (DEA) method to evaluate the relative efficiency of each unit. Research funding and research manpower are the input variables, and the output variables are the number of patent acquisitions, the number of patent applications, the number and the amount of technology transfers, the number and the amount of commissioned cases and industrial services, and the number and the amount of investment and production that are promoted. The results indicated that (1) five industrial innovation policies: in terms of technical efficiency, among the five industrial innovation policies, in 2017-2019, except for the technical efficiency value of the green energy technology being less than 1, the technical efficiency values of the remaining industrial innovation policies are equal to 1, and the industrial innovation policy of manufacturing refinement is relatively efficient; in terms of pure technical efficiency, in the industrial innovation policy of manufacturing refinement, the value of pure technical efficiency is equal to 1, which means that the invested resources are effectively used. (2) Units of the Industrial Technology Research Institute: in terms of technical efficiency, in 2017-2018, the technical efficiency value of the mechanical research center is less than 1, which is a relatively inefficient research unit center; in terms of pure technical efficiency, in 2017-2019, the pure technical efficiency value of the mechanical research center is equal to 1, which means that the invested resources are effectively used.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Technical Efficiency; Institutional Technology Projects; Smart Machinery Sector

壹、緒論

我國政府以「結合在地產業」、「國內需求支持產業」、「進入國際市場」等三大施政目標，於 2016 年開始推動智慧科技、綠能科技、製造精進、民生福祉及服務創新等五大產業創新政策。此五大產業創新政策個別項下推動的重點產業分別為「亞洲·矽谷」、「綠能科技」、「智慧機械」、「生技醫藥」、「智慧商務、智慧休閒及智慧醫療」。另外為兼顧環境永續發展，陸續增加兩項產業創新政策：循環經濟及新農業，因此「5+2」產業創新政策是我國政府為台灣經濟與產業結構轉型所規劃的重大施政計畫。其中，智慧機械產業推動主要目的是將台灣從精密機械升級為智慧機械，創造就業並擴大整線整廠輸出，以期打造台灣成為全球智慧機械及高階設備關鍵零組件的研發製造中心，並促使所有產業智慧化，進而促進國家整體產業升級轉型。據此，經濟部自 2016 年 7 月提出「智慧機械產業推動方案」，運用雲端、大數據、物聯網、智慧機器人等工業 4.0 技術，以「連結在地」、「連結未來」、「連結國際」三大策略，投入資源與整合我國豐沛的新創能量，建立符合市場需求之技術應用與服務，以創造我國機械產業成長新動能。如圖 1 所示，

2016 年政策開始推動後，2017 年至 2018 年台灣機械出口值有明顯成長趨勢，但 2019 年受到中美貿易戰及汽車產業需求減少的影响下，小幅下跌。

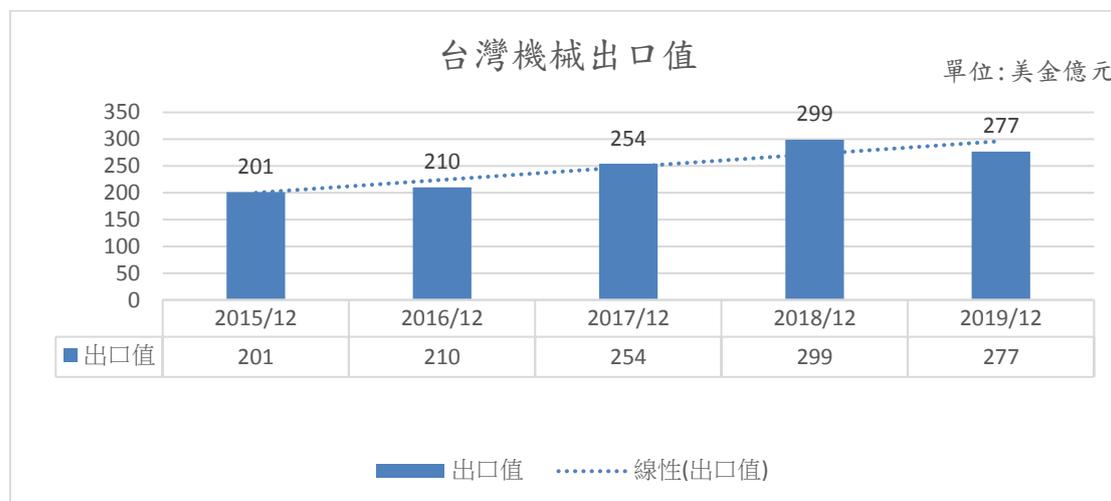


圖 1 2015 年至 2019 年台灣機械出口值

資料來源:海關進出口統計月報

科專計畫是經濟部為了協助台灣產業科技發展，配合行政院「科學技術發展方案」而開始實施的。目前法人科技專案主要由工研院、資策會、生技中心、金屬中心等多個研究機構推動執行，發展具前瞻性、關鍵性的產業技術，同時完善研發環境及基礎設施。法人科技專案長期運用專利成果，積極促進產業技術創新與布局，藉由技術移轉，協助企業進行技術突破與產品開發，強化產業技術質量與競爭優勢。圖 2 呈現 2016 年至 2019 年法人科專研發經費投入，圖 3 則為 2017 年至 2019 年科專研發經費於五大產業創新政策投入比重。由圖 2 可看出，法人科專研發經費預算逐年遞減，由圖 3 可看出 3 個年度五大領域別科專經費投入最多的領域皆為智慧科技領域，最少的領域為綠能科技，製造精進領域經費投入比重每年約為 15%左右，每年各領域之投入比例相差不大。法人執行單位如何將研發經費做更有效的運用，勢必是目前要面對的課題。因此本研究評估 2017-2019 年法人科技專案之效率，以五大產業創新政策與工研院智慧機械產業之科技專案為例。

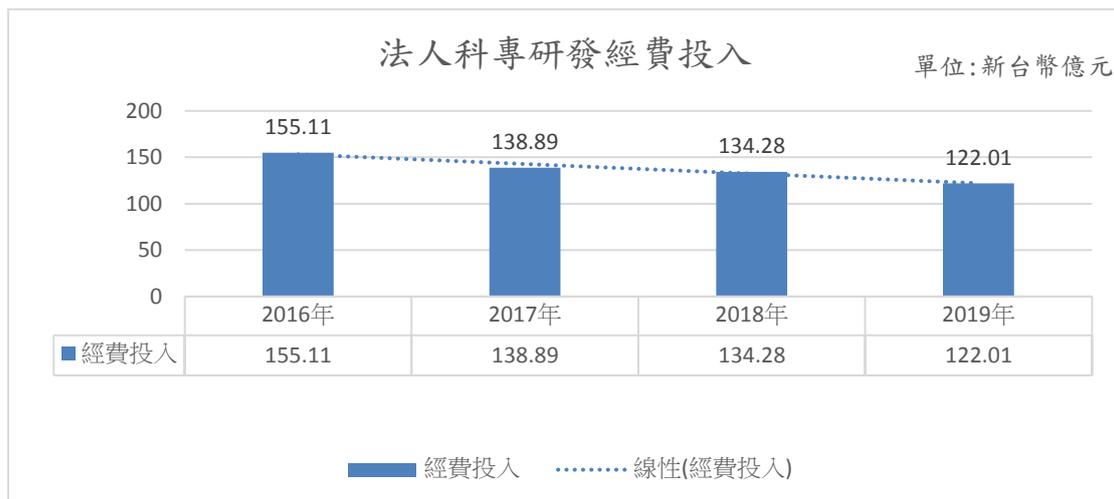


圖 2 2016 年至 2019 年法人科專研發經費投入

資料來源: 科技專案執行年報

貳、文獻探討

過去有許多文章探討科技專案之效率評估，蔡念慈(2013)探討經濟部法人科技專案之績效評估，以經濟部技術處自 2007 年至 2011 年法人科技專案之執行成果效益進行評估，透過資料包絡分析法(DEA)採用動態差額變數之模型探討其連續五年各投入產業領域之執行成效。實證結果發現我國政府對於「生醫材化」領域的研究經費投入高於其他領域，但其整體執行效率而言卻是唯一未達最佳效率之產業領域，另就執行單位之領域別來看，則以「電資通光」領域之平均執行成效 0.5831 為最佳，而「生醫材化」領域平均執行成效只達 0.3082，為各領域中效率最差者。

葉品妘(2017)則是針對 2006 年度至 2015 年度「科技專案執行年報」連續執行之各法人機構之產業領域屬性，整理出其中的 28 個財團法人科技專案執行機構(Technological Development Program of Corporation, TDPC) 做為研究資料來源，其研究以軟體 LINGO 搭配三階段資料包絡分析法 (Three -Stage Data Envelopment Analysis ; Three -Stage DEA) 進行科技專案績效評估。第一階段評估「研發績效」，第二階段評估「技術移轉績效」，第三階段評估「產業化推動績效」。選取各財團法人機構之「研究經費決算數」作為第一階段投入項目，以「獲得專利件數」作為第一階段產出與第二階段投入項，再以「專利授權金收入」作為第二階段產出與第三階段投入項目，並以「衍生工服收入」作為最後產出項目。根據研究結果，產生以下重要結論，分別為：法人科專執行機構之歷年平均的「研發投入效率」表現較「成果運用效果」佳，但受評估單元 (DMU) 之研發投入效率表現良好不見得成果運用效果表現亦佳；研發績效效率以自行車、車輛等領域表現較佳，技術移轉效率以核能、顯示等領域表現較佳；產業化推動績效則以自行車及醫工最佳；其研究使用 A&P 模型可以讓到達效率前緣的 DMU 效率超過 1，但對於其他 DMU 則無影響，可能必須納入更多評估準則才能突顯 A&P 模型的好處。另外，部分量化分析結果與質性不

同，可能是因為 DEA 並未考慮 DMU 經濟規模效果。

劉仁中(2008)以 1997 至 2006 年共十個年度之工研院科專計畫為研究對象，主要採用 DEA 進行產出／投入效率分析，之後再利用 Tobit 迴歸來探討研發成果運用制度等影響效率之因素。研究結果顯示，工研院科專計畫的執行效率在規模報酬固定或者規模報酬變動假設下，實施研發成果運用制度後獲得較高的相對效率值，但影響並不顯著；創新前瞻領域對科專計畫執行效率影響為正向且顯著，也就是創新前瞻領域計畫的執行對於科專計畫執行效率具有提升的效果。

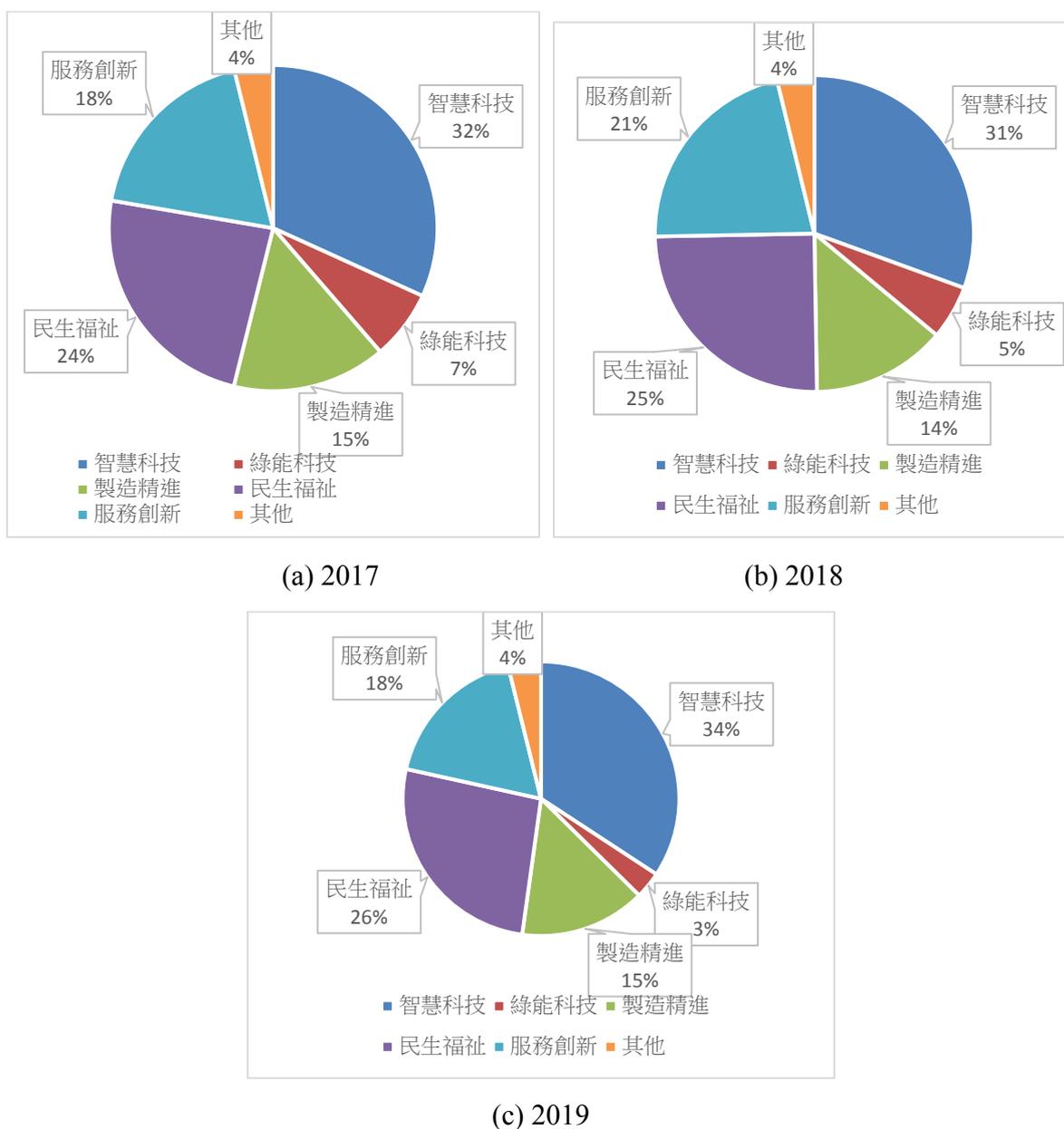


圖 3 2017-2019 年科專研發經費於五大產業創新政策投入比重

資料來源：科技專案執行年報

吳欣穎(2020)以使用資料包絡分析法及差額變數模型，並以兩階段的方法呈現其於 2009 年至 2018 年間，研發效率之共同邊界分析，所採用的投入變數包含研究經費、博士人力及碩士人力，產出變數則有專利獲得、技術暨專利移轉總收入、委託案及工業服務收入。實證結果顯示，於共同邊界下，最佳平均效率之群組為中科院，最佳平均效率之法人執行單位為工研院雷射中心、中科院電子所、中科院資通所、中科院系發中心、中科院軍通中心、紡織所、車輛中心及船舶中心，共 8 個執行法人單位；而最佳平均效率之研發產出為專利暨技術移轉總收入，顯示相較於其他研發產出，各執行法人於專利及技術移轉之成績相對較好，也呼應法人科專計畫將研發成果移轉至國內企業以促進產業轉型之目的；最後，經由計算技術落差比例發現，三個群組與共同邊界效率幾乎無差異，也就是說此三群組之技術背景相似，而其效率差異均來自群組內各法人單位的效率差異，而非群組間技術效率的差異。

林月珠(2002)以經濟部技術處電子、資訊領域的科專計畫（簡稱電資科專），在民國八十四年度至八十八年度間完成的全程計畫成果查證報告中的資料，彙整領域特性及實際運作狀況，作為投入、產出的項目，利用資料包絡分析法評估其研究發展效率，以提供委託單位（經濟部技術處）資源配置與管控的參考，並作為執行單位績效改進的依據。研究結果顯示：1.電資科專的執行績效，其效能並非全是漸入佳境的趨勢，但同一技術的第二期計畫的效能明顯高於第二期。2.執行績效之良窳與執行單位無關，而與執行之資歷有關。3.科專計畫在研提階段，委辦單位可以在研提階段，以 DEA 作為目標管理設定的工具。4.專利和技術報告是科專計畫產出評估的關注重點。5.因為研究發展的成果有時間展延的特性，所以在評比績效時，尚須加入專家的評審指示，才可更深層的看到未來可促動與展現的產業效益。

陳陽進(2008)則以文獻評述法、問卷法和計量經濟模型等方法收集並處理資料，經由實證分析結果指出，科專補助對法人企業創新具有顯著正向影響。科專補助對企業的資助能夠調動企業積極創新的積極性，不論是技術創新、制度創新還是管理創新都會受到推動。法人企業創新對企業績效有顯著正向影響。創新可以提高企業的效率、提高產品品質、增加企業的活力、降低企業的成本等等。科專補助對企業績效也有顯著正面影響。科專補助可以對企業績效直接產生正向影響，也通過企業創新間接對企業績效產生正面影響。所以，科專補助對企業績效的影響是兩者的綜合。

王致言(2002)以 1990-2001 經濟部科技專案計畫資料研究研發行為的學習效果，並採用單變數形式的 Log-linear model 為實證模型，將樣本期間之 232 個年度科專計畫分別依四個領域層次、五個技術層次和 15 個多年期計畫層次探討其研發行為之學習效果。研究結果發現，累積專利獲得相對於累積專利申請，在大部分時候，是較適合作為研發計畫的累積學習指標。累積人力資本對於科專計畫之專利成本的下降，有顯著的影響。通訊領域為研發人力資本最密集的領域，因此其學習效果最強，約在 40%左右。

倪秀蘭(2002)以經濟部科專計畫機械領域之技術移轉廠商為對象，以問卷調查方式進行分析，計回收 74 家廠商為樣本，從其技術移轉方式、技術承接者特性、技術提供者特性，以及技術特性等因素對技術移轉績效之影響。研究實證結果發現，技術移轉方

式(先期參與、技術移轉)對技術移轉績效無明顯差異。機械業之產業類別及技術移轉性質對技術移轉績效無明顯差異。影響技術移轉績效之因素以技術特性最具顯著性，其中尤以技術相容性之影響最顯著。

王琬茵(2016)以科技專案計畫 2004 至 2014 年執行效率的審視，針對科專計畫產業分類和執行單位分類進行各組間的生產效率錯置的比較。另外，將專利價值指標當作生產產出，結合專利的三項指標：引證數、被引證數以及範圍數，主要是透過因素分析方法計算三者在美國全國經濟研究所(NBER)分類中的各產業比例。研究結果顯示在 2005 年至 2007 年期間，依產業分類下，機電運輸與生醫材化的執行效率達到高峰，之後則逐年下降，但電資通光則相對兩產業來的穩定。除此之外，依執行單位別分類，工研院在研究的 11 年間相較中科院和其他執行單位波動較大。較特別的是，發現當使用專利價值指標當作產出時，其效率值明顯較低，特別是在機電運輸、生醫材化、中科院以及其他執行單位的分類中。

蔣淑萍(2011)透過文獻分析法，蒐集有關與國內外績效評估議題文獻，以及與研究問題所屬相關單位之政策規劃報告、規劃績效架構等，並輔以專家訪談了解問題本質。整體而言，其研究將經濟部科技專案研究機構現行多重的績效指標予以整理，採用平衡計分卡的架構重新建立有效的績效評估指標，透過信度、因素分析，證實指標的測量穩定性，亦證實所設計指標各自收斂於所設計的平衡計分卡構面，可符合科技專案研究機構之績效評估之需求與期望。同時亦藉由指標的建立之研究，探討不同人員背景屬性及其單位屬性對績效指標認知之差異，有助於未來實施時加強科技專案績效指標的推動與落實。研究結果主要建議有五項，績效評估落實於可責性、正確績效目標與正確衡量方式的結合、績效目標必須具備挑戰性，提昇財團法人研究機構之組織資訊透明度、藉由績效考評，創造有感的成果、強化政策擬定策略，落實平衡計分卡作業等。

蕭閔凱(2006)以民國 89 年至 93 年經濟部科技專案之技術領域別及執行機構別為研究樣本，根據既有之績效評估指標，運用平衡計分卡之觀點，探討出適當之科技專案績效指標，並採用模糊資料包絡分析模式進行分析。最後，運用模糊效率排序模式，實證結果顯示，在技術領域別方面，「通訊與光電」領域在政府的大力支持下迅速成長，使得相對執行效率與其他技術領域別相比較佳。在執行機構方面，由於印刷中心與自行車中心致力於產業技術之研發與創新，協助產業技術之提昇及轉型，使得在相對執行效率的表現最佳。

參、研究方法

本研究評估 2017-2019 年法人科技專案之效率，以五大產業創新政策與工研院智慧機械產業之科技專案為例。各樣本領域別與法人單位之經費投入與產出成果，取自於經濟部技術處編印之「科技專案執行年報」。本研究採用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)來分析資料，此方法是一種透過數學線性規劃方式，產生一組最適的投入與產出權數，結

合多項投入與多項產出項目，解決衡量多項投入與多項產出效率問題。不僅可客觀、公正地衡量受評單位生產效率，更可藉著所有受評單位相對效率之比較，參考有效率單位的生產模式來提供無效率單位應改善的方向，以提升效率，此種模式常被應用在管理與決策之研究。DEA 屬於無參數估計法，不預設生產函數即能求得生產的效率邊界，亦無預估計參數，在應用上相當廣泛，除被用來評估非營利性組織和政府機關的業務績效，其後亦被應用到營利性組織部門上，皆可透過 DEA 來評估實際的營運績效。

生產效率衡量的概念，是由 Farrell(1957)首先提出，以邊界生產函數來衡量。在特定的投入組合下達到最大產出水準，即為有效率的點，連接同樣具有效率的點，即畫出生產前緣，表示在生產前緣連線上的單位皆是最有效率的，而落於生產前緣線以內者，即屬較無效率之單位，但僅限於單一產出的情況。Farrell 理論中，最主要的三個基本假設為：生產前緣皆由最具效率的單位構成，而較無效率的單位則落於此前緣線以內；固定規模報酬(Constant Returns to Scale, CRS)，表示增加一單位的投入將得到一單位等比例的產出；生產前緣凸向原點(convex)，且每點的斜率皆為負的。在上述 3 個既定假設下，Farrell 認為受評單位的效率可藉由技術效率(Technical efficiency, TE)及價格效率(Price efficiency, PE)衡量出來。技術效率是利用受評單位和效率前緣單位所求出的相對效率值，又稱生產效率(Productive efficiency)或技術與規模效率(Technical and Scale efficiency)；價格效率是考慮成本函數項目價格比例，又稱配置效率(Allocative efficiency)。而在同時達到技術效率和價格效率的情況下，則稱為總效率(Overall efficiency, OE)。換句話說，技術效率 (TE) 是在固定投入項目及數量下，所能獲得的最大產出；價格效率 (PE) 是在既定的投入價格與技術效率下，投入項成本達到最低者；總效率 (OE) 是同時達到技術效率和價格效率之情況，總效率又等於技術效率和價格效率的乘積，即 $OE = TE \times PE$ 。

Charnes, Cooper & Rhodes (1978)在固定規模報酬假設下，建立一套數學式估算效率值，發展出最初的資料包絡分析模式，將 Farrell 的效率衡量觀念擴充為多投入與多產出的效率衡量模型，因此最初的固定規模報酬模式又名為 CCR 模式。CCR 模式假設為固定規模報酬，意指每投入一單位就能得到一單位之產出，根據柏拉圖最適的觀念，應用數學規劃模型來衡量效率邊界。根據實際決策單位（亦稱受評單位）的資料，透過 CCR 模型的分析，可建立出一條效率值為 1 的目標生產邊界。當某個決策單位落在生產邊界上，視為柏拉圖最適化，是其他決策單位的比較標準，其餘的決策單位則被歸為非柏拉圖最適化，其效率值小於 1。其分析模式可分為投入與產出兩種導向；前者是在既有的產出量之下，以最小投入量的方式進行效率評估；後者則著重於現有投入資源的限制下，以最大產出量來比較決策單位效率之高低，而當投入部份非決策單位(DMU)所能控制時，使用產出導向模型進行分析較為適當。至於如何估計資料包絡分析法技術效率(TE)值，則可由分數線性規劃(fractional linear programming)模型來解決。

Banker, Charnes & Cooper (1984)提出 BCC 模式，因 CCR 模式主要在衡量 DMU 之整體效率(即技術效率)，若評定結果該 DMU 是相對無效率，則可能為組織本身規模不當所造成之無效率，而非資源使用的無效率，但在 CCR 模式下並無法有效區分衡量，因此引用 Shephard 的距離函數，將原先的 CCR 模式中的包絡要求上再加個限制條件，

即 DMU 在生產函數上的參考點必須是有效率的 DMU 凸性集合(convex combination)，並重新對生產可能集合做一些假設，放寬 CCR 模式的前提假設，使得 DMU 的規模報酬可以分為遞增、遞減和固定規模報酬三種。因此 BCC 模式假設為變動規模報酬(variable return to scale, VRS)，即部分投入增加，並不會使產出項亦會有相對之部分增加；如此便能衡量 DMU 之純技術效率(Pure Technical Efficiency, PTE)及規模效率(Scale Efficiency, SE)。規模效率(SE) = CCR/BCC，技術效率(TE) = 純技術效率(PTE) × 規模效率(SE)。再將 CCR 模型的技術效率除以 BCC 模型的純技術效率，即可求出某個決策單位的規模效率。CCR 模式所求得的效率稱為整體技術效率(TE)，並未考慮決策單位的規模差異，而 BCC 模式所求得的效率稱為純技術效率(PTE)和 CCR 模式之總效率的差異，即為各個決策單位調整至相同生產規模後的規模效率。

肆、實證分析

由於法人機構的執行經費、人員編列、設備增設等資源，受國家整體預算限制，不易變動，也有每年逐漸削減之趨勢，但因計畫執行產出成果與執行經費和執行人力最相關，因此本文著重在既定的投入水準下，以最大產出量進行效率評估，並以產出導向來探討法人科技專案於五大產業創新政策投入與產出成果之效率，以及工研院各研究單位中心於智慧機械產業之科技專案的投入與產出成果之效率。茲將投入項及產出項分述如下：

1. 投入項：

- (1) 研究經費，係指當年度科專計畫執行決算數，以佰萬元為單位。
- (2) 研究人力，係指當年度實際現職人員（含博士、碩士、學士、其他等），非指法定員額，以人年為單位。

2. 產出項：

- (1) 專利獲得，係指當年度各單位申請核定完成國內外件數，以件為單位。
- (2) 專利應用，係指當年度各單位應用專利之國內外件數，以件為單位。
- (3) 技術移轉，係指當年度各單位技術移轉之件數與技術暨專利移轉總收入，件數以件為單位，金額以佰萬元為單位。
- (4) 委託案及工業服務，係指當年度各單位獲得業界委託與工業服務之件數與簽約金額，件數以件為單位，金額以佰萬元為單位。
- (5) 促成投資生產，係指當年度各單位促成業界投資生產件數、金額與產值，件數以件為單位，金額與產值以佰萬元為單位。此產出項目僅於工研院各研究單位中心評估。

一、敘述性統計

法人科技專案於五大產業創新政策投入與產出項之敘述統計列示於表 1-1。投入項方面，2017 至 2019 年期間，智慧科技為研究經費投入最多之領域；綠能科技為研究經費投入最少之領域。智慧科技為研究人力投入最多之領域；綠能科技為研究人力投入最少之領域。產出項方面，2017 至 2019 年期間，智慧科技為專利獲得與應用件數最多之領

域；綠能科技為專利獲得與應用件數最少之領域。智慧科技為技術暨專利移轉總收入最多之領域；2018、2019年綠能科技為技術暨專利移轉總收入最少之領域。2017-2019工研院各單位於智慧機械產業執行法人科技專案投入與產出項之敘述統計列於表 1-2，投入項方面，2017至2019年期間，除其他單位外，資通所為研究經費投入最多之單位；綠能所為研究經費投入最少之單位。資通所為研究人力投入最多之單位；綠能所為研究人力投入最少之單位。產出項方面，2017至2019年期間，資通所為專利獲得與應用件數最多之單位；中分院為專利獲得與應用件數最少之單位。資通所為技術暨專利移轉總收入最多之單位；中分院為技術暨專利移轉總收入最少之單位。機械所為委託案及工業服務簽約金額最多之單位；綠能所為委託案及工業服務簽約金額最少之單位。材化所為促成投資生產產值最多之單位；綠能所為促成投資生產產值最少之單位。

二、效率分析

由於法人機構的業務處理，就投入與產出變數來說，投入的變數受國家提供之經費預算及人力雇用的限制，較無法自我掌控，而產出變數如成果獲得與運用可能因經費預算更為充足或研究人力之學歷或專業度增加而增減，故本研究採用產出導向的模型來計算效率值。以 DEAP 2.1 做為 DEA 之運算軟體，DEAP 2.1 是由生產力與效率衡量中心（Center for Efficiency and Productivity Analysis）* 為求算各種效率值所撰寫之程式。

相關評量的項目如下：

- (1) 技術效率指投入與產出因素之間的最佳配置狀態。若技術效率值等於 1，表示該產業創新政策或研究單位中心的相對效率值最高，在既定投入水準下，其所投入之要素做最有效之運用，以達到產出項之極大化。技術效率值小於 1，表示該產業創新政策或研究單位中心有相對無效率之情況，可能有浪費投入資源之情形，另外亦可依據效率值距離 1 之大小來判斷效率值的強弱。
- (2) 純技術效率值係衡量執行單位於現有的執行技術下，對於所投入的資源能否有效運用，以達到極大化產出。
- (3) 規模效率係衡量該年度各執行單位是否以最適生產規模來運作，若其值為 1 時，則表示該執行單位之投入與產出項間達到最適之狀態。
- (4) 規模報酬係指資源投入發生變動時，對於產出變動之影響。當投入增加 1% 時，產出將增加超過 1%，即為規模報酬遞增，表示目前之營運規模可再擴大；當投入增加 1% 時，產出之增加小於 1%，即為規模報酬遞減，表示目前營運規模過大，應予以縮減。當投入與產出均呈現同比例增加時，即為固定規模報酬。

* The University of Queensland, <https://economics.uq.edu.au/cepa>

表1-1 法人科技專案於五大產業創新政策投入與產出項之敘述統計

產業創新政策	研究經費	研究人力（人年）					專利獲得		專利應用			技術移轉		委託案及工業服務	
		博士	碩士	學士	其他	合計	國件內數	國件外數	國件內數	國件外數	件數	專利應用收入	技術暨專利移轉總收入	件數	簽約金額
2017 年 (經費單位：佰萬元)															
智慧科技	4,324.9	291.1	860.7	149.5	59.4	1,360.7	240	286	187	173	286	105.0	423.4	756	764.7
綠能科技	932.6	76.2	186.1	44.7	34.6	341.6	109	89	68	52	106	75.1	151.4	141	251.0
製造精進	2,059.7	121.0	459.5	92.6	44.7	717.8	217	93	206	61	288	112.3	259.6	735	520.4
民生福祉	3,242.4	328.8	739.6	134.5	79.4	1,282.2	181	113	169	113	334	112.5	330.6	1007	550.7
服務創新	2,510.8	233.0	497.9	67.4	18.1	816.4	169	195	61	51	81	48.1	135.1	90	65.1
2018 年															
智慧科技	4,021.6	311.6	895.6	120.0	46.8	1,374.0	212	299	192	152	338	81.3	399.0	748	859.1
綠能科技	724.1	67.7	158.0	32.2	26.5	284.4	57	82	58	21	73	52.8	114.4	116	213.2
製造精進	1,794.3	96.7	403.9	90.5	41.0	632.1	173	93	225	69	331	127.1	265.7	1051	552.1
民生福祉	3,281.6	321.7	743.7	127.8	84.8	1,278.0	139	144	165	127	380	90.0	334.0	912	514.8
服務創新	2,828.9	269.3	616.6	67.2	20.6	973.7	141	184	94	85	123	54.1	177.7	85	76.4
2019 年															
智慧科技	4,094.7	323.3	897.5	131.0	48.3	1,400.0	227	277	242	178	354	95.6	467.0	706	816.3
綠能科技	377.6	41.3	70.2	11.6	6.9	130.0	25	39	41	19	42	33.8	50.8	40	124.6
製造精進	1,760.4	97.2	431.5	74.3	32.8	635.9	168	128	262	95	351	135.3	262.9	1276	547.2
民生福祉	3,140.9	294.3	709.0	134.8	70.6	1,208.7	152	123	183	93	378	101.8	340.4	854	590.0
服務創新	2,111.0	202.0	426.4	53.9	17.5	699.7	128	155	79	31	95	52.2	128.7	89	56.1

資料來源：科技專案執行年報

表 1-2 2017-2019 工研院各單位於智慧機械產業執行法人科技專案投入與產出項之敘述統計

執行單位 (工研院)	研究經費	研究人力(人年)					專利獲得		專利應用		技術移轉		委託案及工業服務		促成投資生產		
		博士	碩士	學士	其他	合計	國件 內數	國件 外數	國件 內數	國件 外數	件數	技術暨專利 移轉總收入	件數	簽約 金額	件數	金額	產值
2017 年 (經費單位：佰萬元)																	
電光系統所	378.2	21.6	46.6	22.1	6.1	96.3	38	20	7	9	12	37.0	32	65.0	78	2470.9	3518.0
資通所	1359.4	98.3	280.8	37.7	12.2	428.9	63	106	14	23	66	153.8	88	100.0	202	4101.1	11719.1
機械所	969.0	63.1	198.3	31.3	33.3	325.9	58	31	57	47	83	124.0	163	308.0	130	4058.1	4520.4
材化所	912.9	103.3	145.2	23.5	26.6	298.6	69	68	36	42	92	126.3	100	287.4	166	8352.3	13146.4
綠能所	70.7	12.1	7.7	0.8	0	20.6	4	4	3	0	8	13.7	16	12.6	15	232.1	296.7
生醫所	682.4	66.8	130.7	11.5	5.5	214.5	16	26	15	68	15	61.2	227	155.3	85	2291.5	745.0
中分院	71.1	2.8	16.2	6	0.5	25.6	6	1	0	0	9	7.0	8	22.9	14	33.9	44.3
微系統中心	131.6	15.8	26.5	2.1	0.4	44.8	12	12	14	20	8	23.6	16	48.3	22	589.0	478.0
雷射中心	43.5	4.4	10.3	0	0	14.7	15	4	7	2	9	9.8	36	33.9	47	415.0	585.0
顯示中心	249.3	11.5	34.4	7.8	5.7	59.3	6	12	40	59	7	22.2	14	28.8	8	2013.2	11497.3
其他單位	3954.4	327	677.6	102.2	41.3	1148	226	230	66	69	139	228.8	586	522.4	287	5726.1	10000.8
2018 年																	
電光系統所	977.5	70.9	180.4	37.5	15.8	304.6	48	62	37	50	58	108.3	122	178.0	75	4637.4	2433.5
資通所	1573.6	118.1	388.1	35.3	11.6	553.2	86	149	58	46	137	160.5	56	106.9	134	4576.7	4951.7
機械所	818.6	50.3	173.9	27.6	30.7	282.4	43	37	76	47	101	119.4	220	340.9	144	4449.0	4368.1
材化所	849.2	98.4	132.7	24.2	23.3	278.4	45	78	25	9	106	126.5	89	236.2	153	7011.3	4469.8
綠能所	17.6	2.4	2.8	0.3	0	5.5	1	5	2	0	2	6.2	15	14.4	8	46.4	74.0
生醫所	584.8	56.3	122.3	13.2	5.4	197.1	13	49	5	79	10	18.1	180	138.7	84	1952.1	906.7

中分院	54.8	3.2	12.1	2.4	0.5	18.3	0	0	0	0	6	3.0	6	12.6	18	24.1	36.5
微系統中心	154.2	17.5	31.9	2	0.4	51.8	7	12	4	3	7	18.5	25	45.5	20	645.0	452.0
雷射中心	36.9	3.7	9.4	0.2	0.1	13.3	10	4	8	6	9	12.9	30	25.0	32	583.4	550.5
其他單位	3391.1	318.2	601.3	85.5	31.9	1037	128	182	92	71	134	180.2	560	552.4	281	7108.7	9108.6
2019 年																	
電光系統所	1163.8	87	210.2	41.5	14.2	352.9	49	55	43	67	94	97.8	135	227.1	98	5361.4	3201.0
資通所	1265.9	107.6	309.1	31.4	9.7	457.8	81	115	68	47	115	152.4	43	102.6	161	4970.7	4566.5
機械所	416.3	30.5	85.7	13.1	11.1	140.3	45	46	43	41	61	66.3	151	205.0	117	3692.4	3573.2
材化所	858.7	92.9	133.8	26.5	24.7	277.8	42	71	23	17	103	125.7	91	294.6	136	7364.4	4033.3
綠能所	16.9	3.5	1.7	0.3	0	5.5	3	3	2	5	3	5.8	11	14.0	9	74.3	78.5
生醫所	671.4	60.8	142.4	15.2	6.2	224.6	15	29	6	34	14	24.6	164	115.5	109	2063.2	468.7
中分院	68.6	5.8	14.6	2.6	1.5	24.5	2	0	0	0	6	4.0	18	14.4	26	83.3	72.6
微系統中心	201.1	20.3	43.5	1.6	0.1	65.4	10	9	10	17	7	24.3	54	42.5	23	766.8	434.7
雷射中心	65.2	6.1	14.1	0.5	0	20.8	5	8	6	3	14	11.5	46	38.3	43	460.0	694.3
巨資中心	324.2	45.1	81.4	8.9	2.7	138.1	12	9	23	0	28	44.8	2	1.7	40	608.5	1038.2
智慧機械中心	241.7	8.9	73.7	5.3	2	89.9	6	9	26	23	41	39.3	117	92.9	52	1387.4	1565.3
其他單位	2482.1	214.8	410.6	66	26.9	718.3	116	165	60	44	101	147.9	489	434.2	236	4866.2	5973.4

資料來源：科技專案執行年報

本研究將先透過 DEA 模式中的 BCC 模型，分別進行 2017 年至 2019 年，共計 3 個年度的科專研發重點推動產業創新政策別計畫及工研院各研究單位中心投入與產出成果績效效率分析。表 2 至表 4 為 2017 年-2019 年 5 個產業創新政策效率表，由表 2 至表 4 可知：

1. 就技術效率而言，2017年至2019年製造精進領域技術效率值皆等於1，在5個產業創新政策中屬於相對有效率之領域。
2. 就純技術效率而言，2017年至2019年製造精進領域純技術效率值皆等於1，表示在研究人員專業執行效率之純技術上，對於投入資源能夠有效利用。
3. 就規模效率而言，2017年至2019年製造精進領域規模效率值皆等於1，表示達到最適規模。
4. 就規模報酬而言，2017年至2019年製造精進領域屬於規模報酬固定。

表2 2017 年 五大產業創新政策效率表

產業創新 政策	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
智慧科技	1	1	1	1	CRS
綠能科技	2	0.125	0.673	0.185	DRS
製造精進	3	1	1	1	CRS
民生福祉	4	1	1	1	CRS
服務創新	5	1	1	1	CRS
平均		0.825	0.935	0.837	

註：CRS=規模報酬固定, DRS=規模報酬遞減, 規模效率=技術效率/純技術效率

表3 2018 年五大產業創新政策效率表

產業創新 政策	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
智慧科技	1	1	1	1	CRS
綠能科技	2	0.043	0.481	0.09	DRS
製造精進	3	1	1	1	CRS
民生福祉	4	1	1	1	CRS
服務創新	5	1	1	1	CRS
平均		0.809	0.896	0.818	

註：CRS=規模報酬固定, DRS=規模報酬遞減, 規模效率=技術效率/純技術效率

表 4 2019 年五大產業創新政策效率表

產業創新政策	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
智慧科技	1	1	1	1	CRS
綠能科技	2	0.152	0.272	0.558	DRS
製造精進	3	1	1	1	CRS
民生福祉	4	1	1	1	CRS
服務創新	5	1	1	1	CRS
平均		0.83	0.854	0.912	

註：CRS=規模報酬固定；DRS=規模報酬遞減，規模效率=技術效率/純技術效率

表 5 為 2017 年 11 個工研院執行單位效率表，由表 5 可知：

1. 就技術效率而言，工研院機械所技術效率值小於1，在11個執行單位中屬於相對無效率之單位。技術效率值小於1的單位，可就純技術無效率與規模無效率來分析之。
2. 就純技術效率而言，工研院機械所純技術效率值為1，表示在研究人員專業執行效率之純技術上，對於投入資源能夠有效利用，故此單位無效率之原因，主要是來自規模之無效率。
3. 就規模效率而言，工研院機械所規模效率值小於1。表示應調整其經營規模。
4. 就規模報酬而言，工研院機械所屬於規模報酬遞減。

表 6 為 2018 年 10 個工研院執行單位效率表，由表 6 可知：

1. 就技術效率而言，工研院機械所技術效率值小於1，在10個執行單位中屬於相對無效率之單位。技術效率值小於1的單位，可就純技術無效率與規模無效率來分析之。
2. 就純技術效率而言，工研院機械所純技術效率值為1，表示在研究人員專業執行效率之純技術上，對於投入資源能夠有效利用，故此單位無效率之原因，主要是來自規模之無效率。
3. 就規模效率而言，工研院機械所規模效率值小於1。表示應調整其經營規模。
4. 就規模報酬而言，工研院機械所屬於規模報酬遞減。

表 7 為 2019 年 12 個工研院執行單位效率表，由表 7 可知：

1. 就技術效率而言，工研院機械所技術效率值等於1，在12個執行單位中屬於相對有效率之單位。工研院智慧機械中心技術效率值小於1，屬於相對無效率之單位，可就純技術無效率與規模無效率來分析之。
2. 就純技術效率而言，工研院機械所與工研院智慧機械中心純技術效率值為1，表示在研究人員專業執行效率之純技術上，對於投入資源能夠有效利用，故工研院智慧機械中心無效率之原因，主要是來自規模之無效率。
3. 就規模效率而言，工研院智慧機械中心規模效率值小於1。表示應調整其經營規模。
4. 就規模報酬而言，工研院機械所屬於規模報酬固定，工研院智慧機械中心屬於規模報酬遞減。

表 5 2017 年 11 個工研院執行單位效率表

執行單位	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
工研院電光系統所	1	0.845	1	0.845	DRS
工研院資通所	2	0.908	1	0.908	DRS
工研院機械所	3	0.611	1	0.611	DRS
工研院材化所	4	0.975	1	0.975	DRS
工研院綠能所	5	0.998	1	0.998	DRS
工研院生醫所	6	0.726	1	0.726	DRS
工研院中分院	7	0.612	0.774	0.791	DRS
工研院微系統中心	8	1	1	1	CRS
工研院雷射中心	9	1	1	1	CRS
工研院顯示中心	10	1	1	1	CRS
工研院其他單位	11	0.736	1	0.736	DRS
平均		0.855	0.979	0.872	

註：CRS=規模報酬固定；DRS=規模報酬遞減，規模效率=技術效率/純技術效率

表 6 2018 年 10 個工研院執行單位效率表

執行單位	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
工研院電光系統所	1	0.467	1	0.467	DRS
工研院資通所	2	0.485	1	0.485	DRS
工研院機械所	3	0.59	1	0.59	DRS
工研院材化所	4	0.676	1	0.676	DRS
工研院綠能所	5	1	1	1	CRS
工研院生醫所	6	0.888	1	0.888	DRS
工研院中分院	7	0.485	0.554	0.875	DRS
工研院微系統中心	8	0.423	0.803	0.527	DRS
工研院雷射中心	9	1	1	1	CRS
工研院其他單位	10	0.305	1	0.305	DRS
平均		0.632	0.936	0.681	

註：CRS=規模報酬固定；DRS=規模報酬遞減，規模效率=技術效率/純技術效率

表 7 2019 年 12 個工研院執行單位效率表

執行單位	決策單位 (DMU)	效率指標			規模報酬 (RTS)
		技術效率	純技術效率	規模效率	
工研院電光系統所	1	0.595	1	0.595	DRS
工研院資通所	2	0.615	1	0.615	DRS
工研院機械所	3	1	1	1	CRS
工研院材化所	4	1	1	1	CRS
工研院綠能所	5	1	1	1	CRS
工研院生醫所	6	0.429	0.851	0.505	DRS
工研院中分院	7	0.575	0.595	0.966	DRS
工研院微系統中心	8	0.546	0.81	0.674	DRS
工研院雷射中心	9	1	1	1	CRS
工研院巨資中心	10	0.66	0.856	0.714	DRS
工研院智慧機械中心	11	0.976	1	0.976	DRS
工研院其他單位	12	0.45	1	0.45	DRS
平均		0.733	0.926	0.791	

註：CRS=規模報酬固定；DRS=規模報酬遞減，規模效率=技術效率/純技術效率

伍、結論與建議

本研究以五大產業創新政策與工研院智慧機械產業之科技專案為例，使用資料包絡分析法評估2017-2019年法人科技專案之效率。以研究經費與研究人力為投入變數，以專利獲得及專利應用件數、技術移轉件數及金額、委託案及工業服務件數及金額、促成投資生產件數及金額為產出變數。研究結果顯示，2017年至2019年五大產業創新政策之製造精進領域計畫執行效率，屬於相對有效率之領域，達到最適規模狀態，投入資源達到有效利用。針對工研院智慧機械相關之研究執行單位計畫執行效率，2017年至2018年機械所屬於相對無效率之單位，2019年機械所與智慧機械中心分別為相對有效率與相對無效率之單位，分析說明研究人員專業執行效率之純技術上，對於投入資源能夠達到有效利用，但在規模效率中呈現規模報酬遞減之情形。

綜合上述，智慧機械產業相關科專計畫投入資源有達到有效利用，但若再增加其投入研究經費或研究人力，則產出無法同比例增加。科專計畫預算隨著政策的變動而影響其經費編列與挹注，因政策而大量投入經費後，後續衍生出的成果是否符合相對應之效

果與價值，都應該更嚴謹的檢視與評估，以免造成浪費。在法人科專經費預算逐年遞減的情況下，各法人機構皆不斷提出具前瞻性與關鍵性之研發計畫來積極爭取科專經費，且人員編制緊縮，科專計畫資源有限，如何避免在爭取到足夠經費，卻受限於投入人力不足，發生資源無法有效利用產出績效不佳的狀況，抑或是受限於經費不足，造成產出有限的狀況，都需要訂定更周全且精確的績效評估方法，衡量投入與產出的最適規模。科專計畫旨在引導產業界運用研發成果，推進國內產業持續蘊蓄創新能量與加速升級轉型發展，故如何評估產業界因運用科專成果所衍生出的效果，及是否對產業升級轉型有發酵出正面影響，也是未來須列入績效評估之一。

參考文獻

- 王致言(2002)，研究發展計畫的學習效果~以 1990-2001 年經濟部科專計畫為例，國立臺灣大學經濟學研究所碩士論文。
- 王琬茵(2016)，科技專案計畫之資源錯置研究：以專利價值指標為研發產出，國立政治大學經濟學系碩士班碩士論文。
- 吳欣穎(2020)，我國科專計畫執行法人之共同邊界分項效率，國立交通大學經營管理研究所碩士論文。
- 林月珠(2002)，資料包絡分析法應用於電子、資訊領域科專計畫的效率評估，國立交通大學工業工程與管理學程碩士班碩士論文。
- 倪秀蘭(2002)，技術移轉績效之研究-以經濟部科專計畫機械領域之技術移轉廠商為例，國立高雄第一科技大學財務管理所碩士論文。
- 孫遜(2004)。資料包絡分析法：理論與應用。臺北：揚智文化。
- 陳陽進(2008)，經濟部對法人科專補助績效之研究，佛光大學經濟學系碩士班碩士論文。
- 游靖琪(2010)，法人科技專案績效評估之研究:應用二階段資料包絡分析法，國立東華大學企業管理學系碩士班碩士論文。
- 楊志豪(2006)，科技研發專案效率評估與評選排序之探討-以經濟部科技專案為例，國防管理學院資源管理研究所碩士論文。
- 葉品妘 (2017)，法人科技專案績效評估之研究，元智大學管理碩士班碩士論文。
- 劉仁中(2008)，研發成果運用制度與科專計畫效率-以工研院科專計畫為例，逢甲大學財稅所碩士論文。
- 蔡念慈 (2013)，以資料包絡分析法探討經濟部法人科技專案之績效評估，國立高雄應用科技大學工業工程與管理系碩士班碩士論文。
- 蔣淑萍(2011)，以平衡計分卡的觀點探討經濟部科技專案，國立政治大學行政管理碩士學程碩士論文。

蕭閔凱(2006)，經濟部科技專案效率評估之探討：平衡計分卡與模糊資料包絡分析法之運用，國防管理學院國防財務資源研究所碩士論文。

Arie Y. Lewin & John W. Minton (1986). Determining Organizational Effectiveness: Another Look, and an Agenda for Research. *Management Science*, 32(5), 514-538.

Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.

Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

Farell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-290.

參考網站

1. 海關進出口統計：<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA01>
2. 經濟部技術處：<https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/home/Home2.aspx>
3. 台灣經濟研究院：<https://www.tier.org.tw/>