

以價值調整變數衡量台灣地區科技大學之 效率分析

EFFICIENCY EVALUATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY UNIVERSITIES IN TAIWAN UNDER VARIABLES-ADJUSTED MODE

楊維娟*

國立臺中科技大學國際貿易與經營系副教授

蔡樹芬

國立臺中科技大學國際貿易與經營系助理教授

Wei-Chuan Yang

*Associate Professor, Department of International Business,
National Taichung University of Science and Technology*

Shih-Feng Tsai

*Assistant Professor, Department of International Business,
National Taichung University of Science and Technology*

摘要

本文採用資料包絡分析法，分別以經價值調整與未調整的投入、產出變數分析101~102學年度台灣科技大學的技術效率，並探討影響效率值的主要因素。主要結果有：(1)研究期間國立科大的效率值優於私立科大，但若以經價格調整變數衡量，公、私立學校的效率差異縮小。(2)以未經調整變數求得的效率值，非醫工學門科大優於醫工學門科大。但若以經調整的變數分析，則非醫工與醫工學門科大無顯著差異。(3)Tobit迴歸結果顯示，評鑑通過率對效率值的影響不顯著。系所數、學校所在地家戶所得對效率有正面、生師比則有負面影響。影響學校效率最重要的因素則是註冊率。

關鍵字：科技大學、資料包絡分析法、Tobit 迴歸分析、效率分析

*通訊作者，地址：40401 台中市北區三民路三段 129 號，電話：(04)2219-6652
E-mail：wyangc@nutc.edu.tw

ABSTRACT

This paper applies the data envelopment analysis method utilizing the variables-adjusted and variables-unadjusted modes to evaluate the technical efficiency of universities in Taiwan from 2012 to 2014 academic years. Tobit regression analysis is used to analyze the factors that affect efficiency among universities. The main results as follows. (1) On average, public universities perform significantly better than private universities. However, in the variables-adjusted mode, the efficiency difference decreased. (2) Under the variables-unadjusted mode, the mean efficiencies of the non-engineering/medical schools are higher than those of engineering/medical schools. However, the efficiency difference among the two groups is insignificant under the variables-adjusted mode. (3) Tobit regression analysis showed that the effect of passing rate of evaluation on the efficiency is insignificant. The number of departments, regional household income has a positive impact on efficiency; the student-teacher ratio impacts negatively. The registration rate is the most significant factor to affect the efficiency of universities.

Keywords: Science and Technology Universities, Data Envelopment Analysis, Tobit Regression Analysis, Efficiency Evaluation

壹、緒論

教育是國家的百年大計，也是衡量國家競爭力的重要指標。受過高等教育培育之人力資源對一個國家的社會、政治、經濟、文化等各層面的發展，都有顯著的影響及貢獻。

為了回應社會大眾對高等教育的需求，加上高等教育具公共財及外部利益的特性，在提升國家經濟發展等多方面考量下，政府遂於民國 83 年修正公布「大學法」，使我國高等教育朝向普及、開放、多元等方向發展。最顯而易見的結果便是我國大專院校數目（不含軍警學院及空中大學）由 83 學年度的 58 家快速擴增至 104 學年度的 148 家。¹此為我國高等教育供給面大增的情形。

另一方面，高等教育的需求在少子化的情況下卻不斷減少。以 102 學年度而言，所有大專院校核定招生名額為 32 萬 4,171 人，而民國 83、84 年出生，102 學年度進入大專院校就讀的人口數分別為 32 萬 2,938 及 32 萬 9,581 人，所以除非所有人都就讀大學，否則必然會出現招生人數不足的情形。實際上，該學年度的缺額人數為 65,400 人，達招生人數的 20.2%。而民國 102 年的出生人口數更僅有 19 萬 9 千餘人，可以預見高等教育的招生問題在未來會更為嚴峻。

除了學生來源不足以外，教育補助經費的減少亦為高等教育所需面對的課題。自83學年度以來，教育經費扣除掉用於改善國民義務教育的費用之後，大專校院可增加的經費極為有限，但同期間大專校院的在學學生總人數卻大幅增加。換言之，每位大專學生可獲得之補助經費被嚴重稀釋，大專校院的財務來源依賴自籌的比率逐漸提高。當資源豐富時，在大專院校追求卓越的教育目標下，鮮少有學校在意管理效率的議題。然而在目前大專教育供給過剩及補助款減少的情況下，如何善用有限的資源，以達到良好的辦學績效便成為各大專校院重要的議題。

由於技職校院與一般大學的教育本質並不完全相同—前者在培養專業技能及強調理論與實務並重；後者則著重在學理的發展及學術研究上的探索。故評估效率時，技職與高教體系應分開評比方才合理。因技職教育能夠培養國家發展經濟所需要的實務人才，故強化技職教育是日前重要的教育政策之一。因此本文的第一個目的即在於分析技職校院的經營效率。

研究經營績效的評估方法大致可分為兩大類，即財務比例法與生產邊界法。由於學校為非營利單位，故不適用財務比例法。生產邊界法則包括計量方法及非計量方法。以計量方法而言，其生產與成本函數皆須自行建構，故分析結果會因函數型態、估計方法及誤差項分配假設的差異而有所不同；而在非計量方法方面，則以資料包絡分析法（data envelopment analysis，以下簡稱為 DEA）最為常見。DEA 是一種相對性的指標，其透過線性化的方式並根據實際樣本觀察值建構出效率前緣（efficiency frontier），以個別觀察值與效率前緣之差距作為相對無效率的程度。其優點為能同時處理多項投入與多項產出，且不須事先假設函數型式即可進行效率的估算，因此可避免造成結果扭曲的計量假設。正如孫遜（2004）；高強、黃旭男與 Toshiyuki（2003）書中所述，DEA 已普遍應用於各行業的效率評比，包括營利事業與非營利機構。²而屬於非營利機構的各級學校因具有多重投入與產出的特質，故適合以 DEA 模式分析經營效率。

與大學經營績效相關的文獻中，有衡量單一系所效率者，例如 Kao（1994）；Johnes and Johnes（1995）；Madden, Savage, and Kemp（1997）；孫遜（2003）；Recardo, Francisco, and Ana（2010）等；有以學校整體作為研究對象者，諸如：Ahn and Seiford（1993）；Facanha, Resende, and Marinho（1997）；Athanassopoulos and Shale（1997）；Glass, Mckillop, and O’rourke（1998）；歐進士、林秋萍（2000）；林容萱（2003 a, 2003b）；Flegg, Allen, Field, and Thurlow（2004）；Kempkes and Pohl（2010）；Li（2011）；郭福祥、劉祥熹與李麗華（2015）文獻。³近十年探討台灣高等教育經營效率的文獻，如王媛慧、李文福（2006）；盧永祥、傅祖壇（2007）；康龍魁、李文清（2009）；李東杰、蘇偉鴻、薛金愛與梅菁芳（2012）諸文，其中除了王媛慧、李文福（2006）分析對象為大學院校之外，後三個文獻資料皆以科技大學為研究對象，探討大專校院的經營效率，及影響效率的可能原因。而汪漢英、黃文聰、黃開義與畢威寧（2007）；王文派、賴淑呈（2008）；溫玲玉、康龍魁與王南喻（2009）諸文，則以同一學校不同科系為分析經營效率的對象。上述諸文中選用的投入變數有教師人數、職員人數、校地面積、圖書館藏書數、經常支出與資本支出等。產出變數則不外乎畢業生人數、在校生人數、

證照數、期刊論文數、科技部計畫案數或金額、推廣教育收入等變數。

既有文獻常見的變數中，我們認為在科技及網際網路發達的今天，圖書館藏書數及校地面積已不能成為重要的投入指標。而本研究的主要貢獻即在於以「市場價值」而非以個數或件數衡量投入與產出變數，以求較精確的判斷各校的投入、產出狀況，並得出更有代表性及參考價值的效率分析結果。在上述既有文獻常用的以個數計量（如以件數或人數為單位）的變數中，可能產生以下的問題：以教師、職員人數作為投入變數，無法解決如公私立大學職員薪水與退撫成本可能不同、專任與兼任教師如何換算等問題，故不能夠精確衡量科技院校的人事成本，因此本文以用人費用（含退休及撫卹費用）取代文獻中常見的教師及職員人數。產出變數中，既有文獻多以畢業生及在校學生證照數為變數。前者的問題在於博士、碩士、學士等不同學位的畢業生並不等值；另外，不同科系的畢業生薪資亦不相同（如工程學門的畢業生平均薪資即高於商管學門的畢業生）。後者則會造成將高、低階證照視為同等的偏誤，如林大森（2011）；辛炳隆、江哲延（2011）均指出高階或特定專業證照方有助於提升薪資水準⁴，持有低階證照對薪資反而可能有負面影響。陳清檳、鄭博文、賴慧敏與蕭錫錡（2015）亦得到在未控制個體條件的前提下，未持有證照者的平均薪資高於持有 1-2 張證照者。換言之，高、低階證照的市場價值並不相同，若僅以證照張數作為產出變數將忽略了不同等級證照的差別。為修正以畢業生人數、證照張數作為變數可能產生的偏誤，本文將由教育部統計的「畢業生流向與薪資概況（依學門、學類）」資料，以不同學制、學門畢業生的「市場價值」（即薪資水準）為換算的依據，將畢業生人數標準化為日間部企管學類的人數。另外，依林大森（2011）一文中，所得出的高、低階證照持有者的平均薪資比折算不同等級的證照張數，即依勞動市場所賦予高、低階證照的價值來換算不同等級的證照。

在經營效率上，公、私立科大各有不同的優勢：在台灣，學生選填志願時多將國立校系置於私立校系之前，故國立科大學生素質相對較佳、註冊率亦較高，這是公立學校的優勢。私立學校的經營優勢則在於受限較少、彈性較大。此外，國立科技大學因有較多來自教育部的補助經費，故資源較私立學校充裕。但較充裕的資源可能使公立科大有較佳的表現，但也可能因此造成資源的浪費而降低經營效率。基於上述原因，公、私立學校在經營效率上是否有所差異一直是文獻致力探討的議題之一。其中，王媛慧、李文福（2006）；康龍魁、李文清（2009）；李東杰等（2012），得到私立大學效率優於公立學校的結論。盧永祥、傅祖壇（2007）則在調整產出品質（如論文的質量與證照的質量等）後，得到反轉的結果—公立學校效率表現較佳。而在各國探討公、私立大學何者效率較佳的相關文獻中，因各自的教育體系制度與設計上有所差異，故並無一致性的結論。如，Wilkinson and Yussof（2005）；Bangi（2014）；Munoz（2016）等，依序得到馬來西亞、坦尚尼亞及智利的公立大學技術效率優於私立大學的結果；Kingdon（1996）；Agasisti and Ricca（2016）得到義大利、印度城市地區的私立大學效率優於公立大學的結論；而 Bayraktar, Tatoglu, and Zaim（2013）則得出土耳其的公私立大學雖各自有其擅長的領域，但整體效率並無顯著差異的結果。⁵因此，本文的第二個目的即在於以台灣目前大學入學人數逐年減少的環境下，探討公、私立科大在以市場價值調整投入、產出變數後，是否存在經營效率上的差異。

由於 DEA 的效率值僅為樣本間的相對效率而非絕對效率值，因此，同質性（homogeneous）是選擇決策單位（decision making unit，以下簡稱為 DMU）時的重要考慮因素。即便同為科技大學，不同的學門間仍有所差異。例如，一般來說工程及醫藥學門的投入明顯較商管或語言學門高。這也是 Kempkes and Pohl（2010）一文得到的結果之一：德國的公立大學中，工程與／或醫藥為主的大學，無論在經費或教師投入都較無工程醫藥領域的大學高出許多。因此，該文作者認為以 DEA 評估不同性質的大學會產生偏誤。然而，雖然工程、醫藥學門的投入較高，但其畢業生的薪資亦相對較高—依前述畢業生流向與薪資概況資料，工程、醫藥（不含醫學類）、商管及民生學門大學畢業生的平均薪資依序為 33,011、42,157、30,887 及 30,080 元。因此，若以經畢業生薪資調整後的標準化人數取代畢業生人數作為產出變數，便能在一定程度上校正因學門別不同而產生的偏誤。本研究以無母數 Mann-Whitney 檢定後發現，若以未經調整變數計算效率值，則如盧永祥、傅祖壇（2007）在產出變數未經品質調整下及 Kempkes and Pohl（2010）所預測的結果相同，以工程或醫藥導向的科大效率表現相對較差；但若以價值調整後的變數分析，則工程或醫藥為主的科大其效率值與其他學校並無顯著差異。⁶

本文最後要探討的是，台灣科技大學的效率值受哪些因素的影響？除了文獻中常見的學校規模、學校所在地的所得水準與生師比之外，考量台灣目前高等教育的狀態後，本文亦將評鑑通過率及註冊率視為影響學校經營效率的因素。由於台灣的技專校院評鑑自 91 學年度開始至今，各校已經過多輪的評鑑。評鑑帶給大專校院一定的壓力，也成為督促學校進步的動力。為瞭解是否評鑑表現良好的學校也有較佳的經營效率，故本文將各校評鑑通過率當作影響效率的外生變數之一。而在目前各技專校院均面臨不同程度招生壓力的情況下，最直接反應招生狀況的變數即為註冊率，因此文中亦將此變數納入。本文應用 Tobit censored 迴歸分析方法，探討上述外生變數對各校經營效率的影響。

除本節外，本文第二節說明研究方法，第三節為變數定義及敘述性統計說明，第四節分析實證結果與討論，末節則為結論與建議。

貳、研究方法

一、DEA 基本理論與效率評估模式

DEA 是 Charnes, Cooper, and Rhodes（1978）年根據 Farrell（1957）一文所發展出的效率評估模式，該文將單一投入與產出的觀念擴展為多重投入與產出的形式，並以數學規劃模式求算效率前緣曲線以代替常用的預設函數來推估效率值。其意義為利用包絡線原理將所有被評估的 DMU 之投入項與產出項映射至空間中，用以評估其組織之相對效率，找出可以包絡所有觀察資料的效率包絡面，以形成最佳生產效率前緣，再計算個別 DMU 觀察值與效率包絡面的距離求出各相對效率水準。凡落在效率前緣

上的 DMU，其投入、產出組合是相對有效率的，稱為有效率的生產點，而落在效率前緣外的 DMU，則稱為無效率的生產點。因此 DEA 是一個相對性的指標，凡效率值等於 1 者，即為有效率單位；反之若效率值小於 1，即為無效率單位，且不在生產邊界上。

DEA 最常用的有 CCR 及 BCC 兩種模式，CCR 模式為 Charnes et al. (1978) 一文在固定規模報酬假設下所提出之效率評估模式，透過 CCR 可求得總技術效率。假設有 n 個 DMU，各有 s 種產出， m 種投入，若第 k 個決策單位為 DMU_k ，則其 CCR 的效率評估如下(1)式所示：

$$\text{Max } h_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1, j=1, \dots, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, i=1, \dots, m,$$

其中 h_k 表示 DMU_k 的相對效率值， X_{ik} 代表 DMU_k 的第 i 種投入值， Y_{rk} 表 DMU_k 的第 r 種產出值， U_r 為產出項 Y 的虛擬乘數， V_i 為投入項 X 的虛擬乘數， ε 為非阿基米德數 (non-Archimedean quantity)，實際應用上常設為 10^{-4} 或 10^{-6} ，代表任一因素均不可忽略而不計算。求解時須將(1)式轉化為線性規劃模式後，再以對偶 (dual) 型態轉換，以方便解出各 DMU 的效率值。

由於以 CCR 模式衡量規模報酬變動下之效率值並不適當，故 Banker, Charnes, and Cooper (1984) 一文於假設規模報酬變動的情形下評估各 DMU 的效率值，此一模式簡稱為 BCC 模式，經由 BCC 模式可求得純技術效率及規模效率。BCC 的評估模式如(2)式所示：

$$\text{Max } h_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik} + V_0} \quad (2)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} + V_0} \leq 1, j=1, \dots, n$$

$$U_r \geq \varepsilon > 0, r=1, \dots, s$$

$$V_i \geq \varepsilon > 0, i=1, \dots, m,$$

比較以上兩式可知，BCC 模式比 CCR 模式多了變數 V_0 ， V_0 係用以評定 DMU 規模報酬狀況的指標。若 $V_0 < 0$ ($V_0 = 0$ 、 $V_0 > 0$)，表規模報酬遞減 (固定、遞增)，即 DMU

在大於（等於、小於）最適規模的狀態下生產，故為達效率規模該 DMU 應降低（不變、提高）生產規模。

此外，CCR 及 BCC 下又可區分成投入與產出導向模式，前者為產出固定下，計算最少投入量之模式；後者則為投入固定下，極大化產出之模式。一般而言，如 Coelli and Perelman (1999) 所述，兩種模式評估出的效率值差異甚小。由於相較於產出變數，科技大學對投入變數的控制能力較強，故本文選擇以投入導向的 CCR 及 BCC 模式進行分析，以求出 DMU 之各種效率值。其中，純技術效率是指在固定規模下，相對於其他 DMU，在相同的產出下，可以最低投入水準達到生產效率的能力；規模效率是指當生產技術固定的情況下，DMU 是否處於最適生產規模；總技術效率則為純技術效率與規模效率之乘積。

二、Tobit 迴歸模型

經 DEA 分析出樣本科技大學的經營效率後，本文採用 Tobit 模型，以進一步探討影響國內科技大學經營效率的因素。因以 DEA 所推估出的各項效率值均介於 0 與 1 之間，即迴歸分析中的應變數屬於被截斷 (censored) 的資料。當自變數可以對應任何觀察值而應變數僅能對應部分觀察值的情況下，誤差項的期望值將不一定等於零，因此，OLS (ordinary least squares, 最小平方法) 參數估計值可能產生偏誤與不一致性的現象。故本文選用可以處理設限樣本模型 (censored samples model) 或應變數被限制模型 (limited dependent variables model) 的 Tobit 迴歸模式分析之。說明如下：

$$E_{nt}^i = a + b_1 \text{reg}_{nt} + b_2 \text{pass}_{nt} + b_3 \text{dep}_{nt} + b_4 \text{GDP}_{nt} + b_5 \text{stratio}_{nt} + e_{nt} \quad (3)$$

其中， $i = 1 \sim 3$ ， E^i 依序分別表示總技術效率、純技術效率與規模效率； $n = 1 \sim 29$ ，為學校編號； $t = 1 \sim 2$ ，為樣本期間； e 則為殘差項。

各解釋變數的意義分別說明如下。 reg 與 pass 兩變數為現有文獻未納入、本文考量台灣高等教育的現狀，而納入的解釋變數。其中， reg 為註冊率，以目前台灣高等教育已呈現供過於求的情形來說，註冊率是反映各校招生狀況最直接的指標。註冊率愈高，表該校的招生狀況愈佳，對經營效率應有正面助益，故預期此變數與效率值應為正相關。 pass 代表各樣本學校於技專校院評鑑中獲得通過等第單位數的比例。預期通過率愈高，表示該校的各项表現愈佳，故經營效率應愈高，即 pass 變數應與效率值成正向關係。

文獻中已見影響學校效率的變數則有 dep 、 GDP 與 stratio 等三項。文獻中常見學校規模對經營效率的討論，其操作變數大致可分為三類：一為學生人數（如 McMillan & Datta, 1998；王媛慧、李文福，2006；Ismail, 2015；Selima & Bursalioglu, 2015）；二為教職員工數（如 Selima & Bursalioglu, 2013, 2015；Hu, Liang, & Tang, 2017）；最後則是系所數（如 Wolszczak-Derlacz & Parteka, 2011；Adamu, Soon, & Ahmad, 2016）。經過專家訪談後，本文選擇以學校的系所數作為解釋變數，因系所數多寡除了規模經濟 (economies of scale) 外，亦可兼顧範疇經濟 (economies of scope)。⁷ 一般來說，若

規模過小將造成固定成本過高而缺乏效率；但若規模過大則會有協調不易、管理困難的缺點。故變數 *dep* 對效率的影響方向不確定。

變數 *GDP* 代表學校所在地的平均每戶經常性收入的對數值，探討此因素對大學效率影響性的相關文獻有 Coelli (1996)；Kempkes and pohl (2010)；Wolszczak-Derlacz and Parteka (2011)；Hu et al. (2017)。上述文獻均認為，在外溢效果 (spillover effects) 的影響下，學校所在地的所得水準對學校經營效率有正面影響，故預期此變數與學校效率為正向關係。最後，*stratio* 為生師比。生師比可以視為教師教學負荷的指標（如 Recardo et al., 2010；Selima & Bursalioglu, 2013），由此角度來看，教師的教學負擔增加，一方面可以降低人事成本、提高效率，另一方面卻可能對研究及教學品質（如證照數量）產生負面影響而使效率降低。王媛慧、李文福（2006）則將生師比視為內部管理的指標，因教育部對各校的師師比有明確規範⁸，故可視為各校是否達成部定標準的指標之一。整體而言，生師比對效率的影響並不確定。

將各解釋變數對被解釋變數的預期影響方向整理如下：對學校的經營效率有正向影響的有註冊率 *reg*、評鑑通過率 *pass* 及學校所在地之家戶經常性收入 *GDP*；對效率影響方向不確定的則有系所數 *dep* 與生師比 *stratio* 等變數。

參、變數與資料

一、樣本與投入、產出變數概述

本文的研究期間為101~102學年度（2012年8月~2014年7月），根據教育部的資料顯示，研究期間台灣公私立科技大學共計61家，將資料不完全的學校刪除後⁹，實際採樣的樣本學校計有：嘉南藥理大學、元培科技大學、明新科技大學、大華科技大學、南開科技大學、輔英科技大學、萬能科技大學、正修科技大學、醒吾科技大學、南台科技大學、德明科技大學、台南應用科技大學、中臺科技大學、僑光科技大學、遠東科技大學、東南科技大學、健行科技大學、朝陽科技大學、南榮科技大學等19家私立科大；以及國立高雄第一科技大學、國立高雄應用科技大學、國立高雄餐旅科技大學、國立雲林科技大學、國立虎尾科技大學、國立屏東科技大學、國立勤益科技大學、國立台中科技大學、國立台北商業大學、國立澎湖科技大學等10家公立科大。研究樣本共計有29家科技大學。¹⁰

本文分別採用兩組投入產出變數分析 DMU 的經營效率。一是既有文獻常見、未經調整的變數型態。其產出變數以畢業生人數、科技部研究案件數以及推廣教育與建教產學合作收入等三項變數，依序代表科技大學最重要的三個產出面向—教學、研究與服務，另外再加上教育部近年來大力推動、且為技職體系重要特色的證照數量做為產出變數。投入的部分則以教師人數、經常成本及資本成本，依次衡量科技大學的人事投入、經常性支出及土地及資本使用等投入面成本。

另一組則為經價值調整後的投入產出變數。經調整的變數及調整的方法說明如下。產出變數中除了「推廣教育與建教產學合作收入」變數已以金額表示、無須調整外，其他三項變數均須調整。其中，畢業生人數以教育部的大專校院資訊公開平台所顯示的畢業生流向與薪資概況（依學門、學類）資料，依照各學系、學制畢業生不同的薪資水準將各 DMU 各學年度的畢業生人數折算為日間部企業管理學類的畢業生人數。¹¹ 科技部研究案件數則以科技部研究案的核定金額替代。在學生證照數的調整方面，根據林大森（2011）的研究發現，有低階證照的求職者薪資反低於無證照的求職者，而有高階證照的求職者薪資則明顯高於無證照的求職者。這結果說明，低階證照雖有助於求職者進入職場，但其所帶來的“反訊號效果”卻造成薪水較無證照者更低。本文依林大森（2011）的分類將證照分為高階及低階兩類¹²，並依該文所提供的擁有高、低階證照者的平均薪資（36,327 元及 29,076 元），將高階證照數乘以 1.25（ $36,327/29,076$ ）倍後，加上低階證照數，即為價值調整過後的證照數。投入變數中，因經常成本與資本成本皆以金額表示，DMU 間已具一致性，故僅有教師人數此一變數須經調整。因公私立學校間的教師（員工）成本、正式與約聘雇人員成本、專任與兼任教師成本均有可能不同，故以各 DMU 的用人成本（含人事費、退休及撫卹費用）作為教師人數的調整變數。變數的資料來源主要包括教育部的「大專校院校務資訊公開平台」、「行政院科技部網站」、「全國技專校院校務基本資料庫」等官方設置的資料庫。各變數操作定義如下表 1。

下表 2-1 及表 2-2 為投入、產出變數的相關係數分析結果。其中表 2-1 為以件數衡量的投入、產出變數的相關係數；表 2-2 則為以金額或市場價值調整後變數間的相關分析結果。結果顯示本文選用的投入、產出變數間均為正相關，雖有部分相關係數較低，但整體來說應屬合宜。此外，以價值衡量的變數間相關係數相對較高，以此角度來看，以市場價值衡量或調整的變數應是較佳的選擇。

二、投入、產出變數之敘述性統計量分析

本文分別以權屬別（公、私立）與學門別（醫藥工程學門與非醫藥工程學門）作為畫分 DMU 的分類基準，並分析不同組織特性的 DMU 間是否存在經營效率上的差異。權屬別的部分，本文共計 10 家公立、19 家私立科技大學。

學門別的部分，本文以樣本學校在學學生人數最多的學門作為該校的學門別依據。依照教育部於民國 96 年第四次修正之「中華民國教育程度及學科標準分類」，本文 29 家樣本科大可分為五種學門：(一)商業與管理學門，國立北商、國立台中科大、德明科大、朝陽科大與僑光科大等五家屬之；(二)醫藥衛生學門，計有輔英科大、中台科大與元培科大等三家；(三)民生學門，國立高餐、醒吾科大、嘉南藥理大學及台南應用科大等四家屬之；(四)農業科學學門僅有屏東科大；(五)其餘的 16 家樣本科大均屬於工程學門。再依照 Kempkes and pohl（2010）的分類方式，將樣本學校分為投入成本較高的醫藥工程學門（19 家）與非醫藥工程學門（10 家）兩大類。以下分別依權屬別與學門別說明投入、產出變數的敘述性統計量，101、102 學年度的各項變數資料詳見下表 3-1 及表 3-2。

表 1 投入及產出變數說明

變數屬性	變數名稱	定義
未經調整變數	畢業生人數（人）	當年度之畢業生人數，各學制皆列入統計。含日校、夜校、大學部、研究所等。
	科技部件數（件）	當年度科技部核定的研究計畫案總件數。
	推廣與建教收入（百萬元）	研習、訓練等推廣教育活動及建教合作、產學合作所產生的收入。
	證照數（張）	當年度各校技專資料庫表 4-8 填列的所有在學學生取得的證照數目。
投入變數	專任教師人數（人）	專任教師人數。
	資本支出（百萬元）	含折舊與攤銷、利息與租金支出等項目。
	經常支出（百萬元）	含業務費、維護費、獎助學金支出及雜項支出等。
經調整變數	經調整畢業生人數（人）	依100學年度之畢業生流向與薪資概況(依學門、學類)調查所得的各學類畢業生薪資，將當年度之畢業生人數，折算為企業管理學類的畢業生人數。
	科技部金額（百萬元）	當年度科技部核定的各校研究計畫案總金額。
	推廣與建教收入（百萬元）	同未經調整之推廣與建教收入。
	經調整證照數（張）	高階證照 * 1.25 加低階證照張數。
	用人成本（百萬元）	所有教師(含專、兼任)與職員的人事費用，包括退休及撫卹費用。
	投入變數	資本支出（百萬元）
	經常支出（百萬元）	同未經調整之經常支出

表 2-1 以件數衡量（未經調整）的投入、產出變數之相關係數

	畢業生人數	證照數	推廣與建教收入	科技部件數
專任教師人數	0.94***	0.67***	0.53***	0.45***
經常支出	0.71***	0.37***	0.91***	0.83***
資本支出	0.66***	0.19***	0.78***	0.89***

註：***代表 P-value < 1%。

表 2-2 以價值調整後的投入、產出變數之相關係數

	經調整畢業生人數	經調整證照數	推廣與建教收入	科技部金額
用人成本	0.93***	0.65***	0.66***	0.59***
經常支出	0.78***	0.39***	0.91***	0.83***
資本支出	0.76***	0.21***	0.78***	0.88***

註：***代表 P-value < 1%。

表 3-1 101 學年度投入產出變數之敘述性統計資料

性質	變數名稱	平均值 (標準差)	權屬別		學門別	
			國立	私立	非醫藥工程	醫藥工程
未經調整變數	專任教師人數	308(109)	281(98)	322(111)	314(107)	305(110)
	資本支出	162(84)	212(103)	136(57)	137(62)	175(91)
	經常支出	386(214)	480(236)	336(183)	412(240)	372(198)
	畢業生人數	2341(935)	2255(777)	2387(1005)	2491(911)	2263(938)
	科技部件數	54(45)	89(53)	35(24)	43(35)	60(48)
	推廣與建教收入 證照數	152(136) 3742(2047)	218(173) 2684(1268)	116(96) 4299(2156)	149(158) 4344(1697)	153(124) 3425(2141)
經調整變數	經調整畢業生人數	2765(1184)	2846(1268)	2723(1198)	2370(1061)	2784(1243)
	科技部金額	32(31)	57(37)	20(16)	26(27)	36(32)
	經調整證照數	3805(2052)	2750(1285)	4361(2160)	4400(1713)	3492(2145)
	用人成本	653(231)	662(217)	648(238)	659(203)	649(245)
其他	平均證照數 a	0.37(0.14)	0.32(0.10)	0.39(0.14)	0.40(0.11)	0.35(0.14)
	高階證照比 b	0.08(0.07)	0.11(0.03)	0.08(0.07)	0.05(0.03)	0.10(0.08)
	經調整／實際畢業生人數	1.17(0.14)	1.23(0.16)	1.13(0.11)	1.09(0.07)	1.21(0.14)
	平均成本 c	12.1(3.1)	15.3(3.0)	10.3(1.3)	11.3(3.0)	12.5(3.1)
	科技部平均額 d	56(11)	61(9)	53(11)	53(12)	57(10)

註：每一變數括號前為平均值，括號內為標準差。

a：平均證照數 = 證照數 / 在學人數。

b：高階證照比 = 高階證照 / 證照數。

c：平均成本 = 總支出（萬元）（資本支出 + 經常支出 + 用人成本） / 在學人數。

d：科技部平均金額 = 科技部金額（萬元） / 科技部件數。

表 3-2 102 學年度投入產出變數之敘述性統計資料

性質	變數名稱	平均值 (標準差)	權屬別		學門別	
			國立	私立	非醫藥工程	醫藥工程
未經調整變數	專任教師人數	306(110)	284(99)	317(113)	315(107)	310(110)
	資本支出	184(83)	217(97)	166(69)	182(79)	184(85)
	經常支出	370(211)	489(238)	308(164)	393(238)	358(195)
	畢業生人數	2405(950)	2321(795)	2447(1019)	2583(867)	2311(977)
	科技部件數	48(40)	80(44)	31(24)	40(32)	52(43)
	推廣與建教收入	151(123)	207(139)	122(101)	148(132)	153(118)
	證照數	4033(2297)	2740(1385)	4714(2387)	5050(2071)	3498(2227)
經調整變數	經調整畢業生人數	2794(1179)	2918(1130)	2729(1198)	2826(1034)	2778(1248)
	科技部金額	29(28)	52(33)	17(16)	24(24)	32(30)
	經調整證照數	4096(2320)	2802(1396)	4778(2418)	5100(2094)	3568(2259)
	用人成本	656(238)	665(221)	652(246)	668(213)	651(250)
其他	平均證照數	0.40(0.13)	0.31(0.10)	0.44(0.17)	0.46(0.19)	0.36(0.13)
	高階證照比	0.07(0.07)	0.10(0.04)	0.06(0.07)	0.04(0.03)	0.09(0.07)
	經調整／實際畢業生人數	1.15(0.13)	1.23(0.14)	1.11(0.09)	1.08(0.08)	1.18(0.13)
	平均成本	12.1(3.1)	15.3(3.1)	10.5(1.2)	11.3(2.9)	12.6(3.1)
	科技部平均額	56(10)	62(9)	52(9)	53(11)	57(10)

整體來說，除了資本支出（成長13.6%）、科技部核定件數及金額（分別衰退11.1%、9.4%）、證照總數及平均數（分別成長7.8%與8.1%）、高階證照比（下降12.5%）等變數於研究期間變化較大之外，其餘變數於101、102學年度的差異不大。其中，科技部核定件數及金額的減少應是受科技部研究計畫預算減少的影響。此外，值得注意的是雖然總證照數明顯增加，但高階證照比例卻減少的現象，因此經調整證照張數僅增加2.9%。

接著，以權屬別來分析其於敘數性統計資料上的差異。由表3-1、表3-2可看出公、私立學校存在以下差異：第一，國立學校平均專任教師人數雖較私立學校少，但其用人費用卻高於私立學校。這表示國立學校的人均用人成本較高，這可能是因為國立學校的退撫成本較高且職員僱用較多的原因。第二，國立學校的平均證照數較私立學校低，但高階證照比例卻較高。由於國立學校的志願序多在私立學校之前，故此結果可以Feltovich, Harbaugh, and To（2002）所提出的「反訊號」（countersignalling）理論解釋之。¹³第三，公立學校的畢業生人數略低於私立學校，但以薪資調整後，國立學校經調整後的畢業生人數反高於私立學校。換言之，國立學校畢業生的平均薪資高於私立學校，這是因為國立學校博、碩士畢業生的比例高於私立學校。第四，國立學校在研究（不論是以科技部核定金額或件數衡量）與服務（以推廣與建教收入衡量）上的表現均高於私立學校甚多；相對的，其平均成本亦高出甚多。以上的第一點說明若以教師人數為投入變數，將低估國立學校的投入成本、高估其效率值；反之，第二與第三點說明，若以未經調整的證照數與畢業生人數為產出變數，將低估國立學校的產出及效率值。故採用經調整的變數方能較精準的衡量各DMU的效率值。

最後，以學門別來分析其於敘數性統計資料上的差異。首先，醫工學門學校的平均證照數雖較非醫工學門低，但高階證照比例卻高出甚多。其次，醫工學門學校的畢業生人數雖低於非醫工學門學校，但以薪資調整後，101 學年度的醫工學門學校經調整後的畢業生人數反而較高，102 學年度醫工學門經調整後的畢業生人數雖仍低於非醫工學門，但差距已大幅縮小（由 10.5% 縮減為 1.7%）。如前所述，此一現象肇因於醫藥、工程領域的薪資水準高於商管、民生領域。最後，醫工學門學校在研究（不論是以科技部核定金額或件數衡量）上的表現高於非醫工學門學校甚多，但其平均成本，如同 Kempkes and Pohl（2010）觀察到的結果，亦較非醫工學門為高。上述的前兩點說明若以未經調整的證照數與畢業生人數為產出變數，將低估醫工學門學校的產出及效率值。

肆、實證結果分析

一、效率分析

(一) 整體效率分析

本小節將針對樣本科技大學進行總技術效率、純技術效率與規模效率等三項效率值之分析。經 CCR 模式可求得個別樣本學校的總技術效率。總技術效率值為 1 者，係表示其投入項之運用與規模處於最佳狀況，具備效率性；反之，總技術效率值小於 1 之 DMU 表不具整體效率，仍有改善空間。換言之，整體缺乏效率可能來自規模無效率或是純技術無效率。前者無法經由管理措施之修正在短期內快速獲得改善，而是必須透過長期的營運規模調整方能奏效；反之，後者則為各校能夠掌控並可透過加強管理或調整資源配置等方式而能在短期內獲得改善。因此需將純技術效率由總技術效率中分離出來，以便得知總技術無效率中有多少比例是屬於純技術無效率所造成的，此一資訊能提供管理者作為決策及資源分配、運用時的參考，因為純技術無效率是管理者所能控制且可以快速收到改進效果的部分。

在規模效率方面，若一 DMU 具規模效率表示其生產規模為最適狀態，不需擴增或縮減規模。經由 DEA 之 BCC 模式可求得每個 DMU 之規模效率值及規模狀態。規模狀態可分為遞增（increasing return to scale）、遞減（decreasing return to scale）或固定（constant return to scale）等三種情形。規模報酬遞增／遞減／固定，分別表示該 DMU 若增加產出可降低／提高／不影響平均成本，故應擴大／縮小／不變動規模以提高效率。研究期間樣本學校的各種效率值依年度整理於下表 4-1 及表 4-2。學校 1~10 為國立科大，11~29 為私立科大。其中，斜線前為以未經調整變數得出的效率值，斜線後中括號內的數值則為以經調整的變數所得出的效率值。

表 4-1 101 學年度各校效率值

DMU	總技術效率	純技術效率	規模效率	規模狀態
DMU1	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU2	1/ [0.834]	1/ [0.838]	1/ [0.996]	固定 / (遞增)
DMU3	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU4	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU5	1/ [0.968]	1/ [0.984]	1/ [0.983]	固定 / (遞增)
DMU6	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU7	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU8	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU9	1/ [0.828]	1/ [1]	1/ [0.828]	固定 / (遞增)
DMU10	0.836/ [0.796]	1/ [1]	0.836/ [0.796]	遞增 / (遞增)
DMU11	0.918/ [0.992]	0.954/ [1]	0.962/ [0.992]	遞增 / (遞增)
DMU12	0.947/ [0.882]	1/ [0.966]	0.947/ [0.913]	遞增 / (遞增)
DMU13	0.822/ [0.647]	0.928/ [0.804]	0.886/ [0.805]	遞增 / (遞增)
DMU14	0.758/ [0.644]	0.857/ [0.821]	0.885/ [0.785]	遞增 / (遞增)
DMU15	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU16	0.838/ [0.782]	1/ [1]	0.838/ [0.782]	遞增 / (遞增)
DMU17	0.964/ [0.784]	0.989/ [0.793]	0.974/ [0.989]	遞減 / (遞增)
DMU18	0.970/ [0.810]	0.979/ [0.828]	0.991/ [0.978]	遞減 / (遞增)
DMU19	1/ [0.997]	1/ [1]	1/ [0.997]	固定 / (遞減)
DMU20	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU21	0.761/ [0.670]	0.915/ [0.895]	0.832/ [0.780]	遞增 / (遞增)
DMU22	1/ [1/1]	1/ [1/1]	1/ [1/1]	固定 / (固定)
DMU23	0.793/ [0.658]	1/ [1]	0.793/ [0.658]	遞增 / (遞增)
DMU24	0.858/ [0.882]	1/ [0.926]	0.858/ [0.952]	遞減 / (遞減)
DMU25	0.805/ [0.846]	0.805/ [0.859]	0.999/ [0.985]	固定 / (遞增)
DMU26	0.947/ [0.951]	1/ [1]	0.947/ [0.951]	遞減 / (遞減)
DMU27	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU28	1/ [0.802]	1/ [0.818]	1/ [0.980]	固定 / (遞增)
DMU29	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
平均值	0.938/ [0.889]	0.980/ [0.948]	0.957/ [0.936]	
標準差	0.084/ [0.123]	0.046/ [0.077]	0.065/ [0.095]	
國立平均值	0.984/ [0.942]	1/ [0.982]	0.984/ [0.960]	
國立標準差	0.049/ [0.082]	0/ [0.048]	0.049/ [0.075]	
私立平均值	0.915/ [0.860]	0.970/ [0.930]	0.943/ [0.924]	
私立標準差	0.089/ [0.132]	0.054/ [0.083]	0.069/ [0.102]	
非醫工平均值	0.962/ [0.899]	0.986/ [0.940]	0.974/ [0.954]	
非醫工標準差	0.080/ [0.116]	0.043/ [0.078]	0.052/ [0.076]	
醫工平均值	0.926/ [0.883]	0.977/ [0.952]	0.948/ [0.927]	
醫工標準差	0.084/ [0.127]	0.048/ [0.076]	0.070/ [0.103]	

表 4-2 102 學年度各校效率值

DMU	總技術效率	純技術效率	規模效率	規模狀態
DMU1	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU2	0.928/ [0.771]	0.997/ [0.791]	0.931/ [0.975]	遞減 / (遞減)
DMU3	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU4	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU5	1/ [0.921]	1/ [0.947]	1/ [0.973]	固定 / (遞增)
DMU6	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU7	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU8	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU9	1/ [0.941]	1/ [1]	1/ [0.941]	固定 / (遞增)
DMU10	0.712/ [0.686]	1/ [1]	0.712/ [0.686]	遞增 / (遞增)
DMU11	0.979/ [0.931]	0.990/ [0.972]	0.989/ [0.972]	遞減 / (遞增)
DMU12	0.886/ [0.923]	0.933/ [0.980]	0.950/ [0.942]	遞增 / (遞增)
DMU13	0.732/ [0.644]	0.85/ [0.764]	0.861/ [0.843]	遞增 / (遞增)
DMU14	0.796/ [0.774]	0.882/ [0.877]	0.903/ [0.882]	遞增 / (遞增)
DMU15	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU16	0.862/ [0.832]	1/ [1]	0.862/ [0.832]	遞增 / (遞增)
DMU17	0.870/ [0.891]	1/ [0.849]	0.870/ [0.965]	遞減 / (遞減)
DMU18	1/ [0.929]	1/ [0.930]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU19	1/ [0.971]	1/ [1]	1/ [0.971]	固定 / (遞減)
DMU20	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU21	0.735/ [0.706]	0.874/ [0.838]	0.841/ [0.843]	遞增 / (遞增)
DMU22	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
DMU23	0.657/ [0.664]	1/ [1]	0.657/ [0.664]	遞增 / (遞增)
DMU24	0.863/ [0.942]	1/ [0.995]	0.863/ [0.947]	遞減 / (遞減)
DMU25	0.935/ [0.945]	0.959/ [0.946]	0.975/ [0.998]	遞減 / (遞減)
DMU26	0.969/ [0.974]	1/ [1]	0.969/ [0.974]	遞減 / (遞減)
DMU27	0.814/ [0.745]	0.833/ [0.786]	0.977/ [0.947]	遞增 / (遞增)
DMU28	0.933/ [0.790]	1/ [0.812]	0.933/ [0.974]	遞減 / (遞增)
DMU29	1/ [1]	1/ [1]	1/ [1]	固定 / (固定)
平均值	0.920/ [0.893]	0.976/ [0.948]	0.941/ [0.942]	
標準差	0.104/ [0.118]	0.049/ [0.078]	0.088/ [0.088]	
國立平均值	0.964/ [0.932]	1/ [0.974]	0.964/ [0.958]	
國立標準差	0.087/ [0.107]	0.001/ [0.063]	0.087/ [0.092]	
私立平均值	0.896/ [0.873]	0.964/ [0.934]	0.929/ [0.934]	
私立標準差	0.105/ [0.118]	0.057/ [0.082]	0.086/ [0.084]	
非醫工平均值	0.952/ [0.919]	0.988/ [0.948]	0.963/ [0.969]	
非醫工標準差	0.069/ [0.905]	0.035/ [0.082]	0.04/ [0.036]	
醫工平均值	0.903/ [0.880]	0.970/ [0.948]	0.930/ [0.928]	
醫工標準差	0.11/ [0.126]	0.054/ [0.076]	0.100/ [0.103]	

對經由 DEA 所求得的效率值分析如下。由相關樣本的 Wilcoxon 符號等級檢定（詳見下表 5），我們可以看出，整體而言，101 與 102 學年度樣本學校在各項效率的表現上，不論是以未調整或經調整的變數所得出的結果，均未呈現顯著差異。易言之，整體樣本學校在 101 到 102 學年度間，不論在總技術效率、純技術效率或規模效率上的表現，平均而言大致相同。然而，以未經調整與經調整所得出的各項效率值的 Wilcoxon 檢定均達 5% 的顯著水準，即拒絕虛無假設，經調整後的效率值低於未經調整變數求算出的效率值。由表 4-1 及表 4-2 可知，經調整變數求出的各項效率值，除了平均數較低外，標準差亦較高。這表示，以經調整過的投入、產出變數衡量得出的效率值，因能較精準的衡量投入、產出的真實價值，故更能充分反映各校的經營狀況，使各校的效率值差異加劇。即以調整過後的變數較直接以未經調整的變數進行分析，更能鑑別出各校在效率表現上的差距。此外，研究期間內樣本學校因純粹技術效率與規模效率不足造成未達總體技術效率的比重後者稍高（因規模效率平均值較低），但兩者差距不大，也就是說，未達效率的原因中，未達最適規模的影響稍高於經營管理層面資源分配未達最適狀態的因素。

將研究期間樣本學校的規模報酬狀況依序整理於下表 6-1 及表 6-2，其中斜線前數字為以未經調整變數求出、斜線後中括號內的數值則為以經調整的變數所得出的家數。由表 6-1、表 6-2 可以看出，未達規模效率的學校多處於規模報酬遞增階段，易言之，多數學校規模相對不足，若擴大規模將能提高效率。此一結果，可能與台灣大學眾多，使各學校規模受限有關。而不管以調整後或未經調整變數得出的結果，國立科大相較於私立科大、非醫工學門科大相較於醫工學門科大，具規模效率（即規模報酬固定者）的學校比例較高。¹⁴

（二）差額變數分析

差額變數（slacks variable）分析是針對未達純技術效率的 DMU 所提出之具體改善目標，藉由減少投入及（或）增加產出以達到生產效率。差額變數分為射線差額變數（radial slacks）與非射線差額變數（non-radial slacks）兩部分。前者為衡量未達效率之 DMU 與效率前緣的差距，即在產出導向模式下需等比例增加產出變數之數額，或在投入導向模式下需等比例縮減投入變數之數額；後者則為經射線差額變數調整後，原來未達純技術效率之 DMU 雖已達效率前緣，但前緣上可能有更佳的 DMU，兩者之間的差額即為非射線差額變數，不論投入或產出導向模式，均可能需同時減少投入變數值或增加產出變數值以達效率。因差額變數分析之目的在於就未達純技術效率之 DMU 提出更有效率之資源配置方式，屬於短期的管理措施，故適合以較近期之資料分析之。

表 5 Wilcoxon 符號等級檢定結果

	未經調整 101 vs 102		經調整 101 vs 102		未經調整 vs 經調整	
	Z 檢定	顯著性 (雙尾)	Z 檢定	顯著性 (雙尾)	Z 檢定	顯著性 (雙尾)
總技術效率	-1.526	0.127	0	1.000	-3.606	0.000***
純技術效率	-0.459	0.646	-0.454	0.650	-3.499	0.000***
規模效率	-1.422	0.155	-0.704	0.481	-1.972	0.049**

註：**代表 P-value<5%，***代表 P-value<1%。

表 6-1 101 學年度未經調整及經調整變數下之規模報酬狀況

	所有學校 (29)	國立科大 (10)	私立科大 (19)	非醫工科大 (10)	醫工科大 (19)
規模報酬固定	17/ [11]	9/ [6]	8/ [5]	8/ [5]	9/ [6]
規模報酬遞增	8/ [15]	1/ [4]	7/ [11]	1/ [3]	7/ [12]
規模報酬遞減	4/ [3]	0/ [0]	4/ [3]	1/ [2]	3/ [1]

註：小括號中為學校家數。

表 6-2 102 學年度未經調整及經調整變數下之規模報酬狀況

	所有學校 (29)	國立科大 (10)	私立科大 (19)	非醫工科大 (10)	醫工科大 (19)
規模報酬固定	14/ [11]	8/ [6]	6/ [5]	6/ [5]	8/ [6]
規模報酬遞增	8/ [12]	1/ [3]	7/ [9]	1/ [2]	7/ [10]
規模報酬遞減	7/ [6]	1/ [1]	6/ [5]	3/ [3]	4/ [3]

因以經調整過的投入、產出變數所衡量得出的效率值，更能充分反映各校的經營狀況，故以下將以 102 學年度經調整變數求算出之效率值來進行差額變數分析。由表 4-2 可知在此情況下未達純技術效率、需進行差額變數分析之科技大學有 13 所，將這些未達純技術效率的科大需調整的投入、產出變數數額及比例整理於下表 7。

表 7 102 學年度以經調整變數求算效率之差額變數分析

DMU	推廣與建教收入 (百萬元)	科技部金額 (百萬元)	經調整畢業生人數 (人)	經調整證照張數 (張)	用人成本 (百萬元)	經常支出 (百萬元)	資本支出 (百萬元)
DMU2	50.24 (63.9%)	0	0	0	-194.10 (-20.9%)	-79.33 (-20.9%)	-86.57 (-34.8%)
DMU5	0	0	0	1364 (53.5%)	-38.72 (-5.3%)	-22.47 (-5.3%)	-11.30 (-5.3%)
DMU11	0	15.09 (113.8%)	0	92 (2.8%)	-16.09 (-2.8%)	-8.89 (-2.8%)	-4.26 (-2.8%)
DMU12	3.48 (4.8%)	0	0	0	-9.31 (-2.0%)	-4.33 (-2.0%)	-2.56 (-2.0%)
DMU13	0	0	0	272 (11.8%)	-112.61 (-23.6%)	-46.50 (-23.6%)	-27.45 (-23.6%)
DMU14	0	0	301 (22.5%)	0	-89.74 (-18.1%)	-23.69 (-12.3%)	-15.26 (-12.3%)
DMU17	28.05 (39.5%)	6.53 (66.1%)	0	2994 (105.7%)	-165.16 (-19.8%)	-39.46 (-15.1%)	-103.79 (-46.6%)
DMU18	0	4.09 (18.0%)	0	0	-49.69 (-7.0%)	-24.75 (-7.0%)	-11.74 (-7.0%)
DMU21	16.61 (48.3%)	0	0	0	-68.08 (-16.2%)	-27.42 (-16.2%)	-16.58 (-16.2%)
DMU24	0	16.36 (48.0%)	0	0	-4.77 (-0.5%)	-12.96 (-2.5%)	-1.40 (-0.5%)
DMU25	40.88 (79.4%)	7.63 (97.1%)	0	2826 (92.9%)	-36.42 (-5.4%)	-12.33 (-5.4%)	-13.96 (-9.2%)
DMU27	28.75 (33.0%)	0	0	0	-128.47 (-21.4%)	-78.38 (-21.4%)	-36.15 (-21.4%)
DMU28	15.67 (20.4%)	9.07 (164.1%)	0	1317 (35.6%)	-133.92 (-18.8%)	-55.61 (-18.8%)	-30.27 (-18.8%)
平均值	14.13 (22.3%)	4.52 (30.9%)	23.15 (1.7%)	681.92 (23.3%)	-80.54 (-12.4%)	-33.55 (-11.8%)	-27.79 (-15.4%)

因本文採投入導向模式分析科大的經營效率，故差額變數分析中以減少投入為調整的主軸，增加產出則為輔助。以表 7 的 DMU2 為例，因該校未達純技術效率（效率值為 0.791），故該校需減少用人成本 194.1 百萬元或 20.9%、降低經常支出 79.33 百萬元或 20.9%、縮減資本支出 86.57 百萬元或 34.8%；另需增加推廣建教收入 50.24 百萬元或 63.9%，方能達到純技術效率。其他須調整差額變數之科大的分析方式亦同，茲不贅述。對進行差額變數分析的學校而言，或許達到效率值所需增加的產出或減少的投入比例過大，而難以完全達成。在此情況下，差額變數分析的結果除可作為執行管理措施最終欲達成的參考目標之外，亦可以提供優先改善的方向。如對 DMU2 而言，應以提高推廣建教收入為優先調整項目。

整體而言，未達純技術效率之科大，產出面在科技部金額的表現較差（需調整的

比例較高)，故應優先鼓勵教師爭取科技部計畫；投入面各變數的表現則相對接近，相較來說，資本支出應是改善技術效率時優先考慮刪減的項目。

(三)考慮不同組織特性的效率比較

本文的重點之一，即在於探討國立與私立學校、非醫工與醫工學門學校間的效率是否存在差異。為探究此一議題，將樣本學校依權屬別分為國立科大（10家）與私立科大（19家）；另依學門別將其分為非醫工學門科大（10家）與醫工學門科大（19家）。表 8-1 與表 8-2 分別為此兩類學校以未經調整與經調整變數求得之各項效率值的無母數 Mann-Whitney 檢定（適用於獨立樣本）結果。由這兩個表格可看出，國立與私立科技大學於研究期間，不論是以未經調整或經調整變數所得出的總技術效率、純技術效率或規模效率值而言，檢定結果均達 5%顯著水準、拒絕虛無假設。換言之，在 5%的顯著水準下，依表 4-1、4-2 的數據可知，研究期間國立科技大學在各種效率表現上皆優於私立科技大學。此一結果與多數本國文獻得到私立學校效率值優於公立學校的結果並不相同¹⁵，這樣的結果可能由以下原因造成。首先，既有文獻的研究期間均早於本文甚多（最近的文獻亦只到 2008 年的資料），故對照既有文獻，本研究的結果顯示國立大學在這幾年中經營效率相對私立學校是有所改善的，學生來源數的減少是可能的原因之一。¹⁶其次，研究期間科技大學共計有 61 所，扣除掉資料揭露不全的學校後，本文僅以資料完整的 29 家科技大學做為研究對象。因樣本數不及整體科大的一半，故對公私立學校何者效率較佳的推估可能產生偏誤。

雖然無論是以調整後或未經調整變數進行分析，樣本國立學校的各項效率值均優於私立學校。但仍可藉由效果值（effect size）探討公、私立學校在兩種情況下的差異程度。¹⁷由表 8-1 與表 8-2 的效果值數據可以得知，公、私立科大在經調整後變數求出的效率表現上的差異相對較小。換言之，儘管公立學校在調整後的產出變數（如證照數、畢業生數）上有較佳的表現，但其投入成本由教師人數調整為用人成本時亦增加許多，故整體而言，以調整後變數所得出的各項效率值來說，公、私立學校間的差距反而是縮小的。此外，根據 Cohen（1988）的標準，公私立學校間的效率差距屬於中等程度（效果值均介於 0.4~0.6 間）。

至於非醫工與醫工學門科大的效率表現是否有所差別，以未經調整或經調整變數得出的效率值則有明顯不同的結果。以未經調整變數求得的效率值而言，總技術效率與規模效率的檢定結果均達 10%顯著水準、拒絕虛無假設。然而，若由經調整變數所求出的效率值之檢定結果來看，則無論在何種型態的效率上，均無法拒絕虛無假設，即非醫工與醫工學門科大的效率表現，在經過變數調整後，並無顯著差異。換言之，非醫工與醫工科大除了純技術效率在以未經調整、經調整變數分析等兩種情況下的表現均無差異之外；在 10%顯著水準下，依表 4-1 與表 4-2 的數據可知，若以未經調整的原始資料進行分析，研究期間非醫工學門科大在總技術效率與規模效率上皆優於醫工學門科大。但若將醫工學門在高投入成本的同時，其產出在相同的數量下，產值也是較高（由敘述性統計分析可知，不論是畢業生的薪資、高階證照的比例或科技部計畫案的平均金額均較高）的特性，經由變數調整納入考量，則以經調整的變數所求出的效率檢定結果顯示，非醫工與醫工學門科大其各項效率值並無顯著的差異。此一結果

表 8-1 以未經調整變數所得效率值之 Mann-Whitney 檢定結果

	國立科大 vs 私立科大			非醫工科大 vs 醫工科大	
	Z 檢定	效果值	顯著性 (雙尾)	Z 檢定	顯著性 (雙尾)
總技術效率	-3.234	-0.60	0.001***	-1.815	0.070*
純技術效率	-2.720	-0.51	0.005***	-1.360	0.177
規模效率	-3.040	-0.56	0.002***	-1.745	0.082*

註：*代表 P-value<10%，**代表 P-value<5%，***代表 P-value<1%。

表 8-2 以經調整變數所得效率值之 Mann-Whitney 檢定結果

	國立科大 vs 私立科大			非醫工科大 vs 醫工科大	
	Z 檢定	效果值	顯著性 (雙尾)	Z 檢定	顯著性 (雙尾)
總技術效率	-2.558	-0.48	0.010***	-0.505	0.622
純技術效率	-2.371	-0.44	0.017**	-0.046	0.967
規模效率	-2.170	-0.40	0.030**	-0.740	0.465

註：*代表 P-value<10%，**代表 P-value<5%，***代表 P-value<1%。

呼應了 Kempkes and Pohl (2010) 一文所觀察到的醫工學門投入相對偏高、以 DEA 分析效率值可能會產生偏誤的現象。因此，改以經價格調整後的變數分析，考量醫工學門高投入、高產值的特性後，所得出的 DEA 效率值應可避免上述文獻提出可能產生偏誤的情況。

二、Tobit 迴歸分析

因以經調整之變數所求得的效率值較能精確衡量 DMU 的經營效率，故本文以經調整後的三種效率值為被解釋變數，分別依據式(3)進行迴歸分析，探討影響科技大學效率值的主要因素。依文獻及台灣高等教育現狀所篩選出的五個解釋變數依序為：reg (註冊率)、pass (評鑑通過率)、dep (系所數)、GDP (學校所在地家戶所得) 與 stratio (生師比)。¹⁸ 其中註冊率、系所數及生師比等變數的資料皆來自教育部的「大專校院校務資訊公開平台」，評鑑通過率資料取自台灣評鑑協會的「技專校院評鑑資訊網」，學校所在地家戶所得資料則來自「中華民國統計資訊網」中的縣市重要統計指標。¹⁹

由下表 9 之 Tobit 迴歸分析結果可知，評鑑通過率 (pass) 對三種效率的參數估計值均不顯著，即樣本學校的評鑑結果對其經營效率並不具統計顯著性。此外，衡量學校規模與範疇經濟的系所數 (dep)，在 10% 與 1% 的顯著水準下，分別對總技術效率與規模效率有正面影響，對純技術效率的影響則不顯著。此結果顯示學校的系所數愈

表 9 Tobit 迴歸分析估計值

	總技術效率	純技術效率	規模效率
常數項	-0.3994 (0.7951)	2.6481* (0.0984)	-1.1864 (0.2029)
reg	0.5543*** (0.0011)	0.2429 (0.1920)	0.3719*** (0.0002)
pass	-0.1033 (0.5499)	-0.2625 (0.1400)	0.0415 (0.6796)
dep	0.0047* (0.0726)	-0.0003 (0.9890)	0.0052*** (0.0018)
GDP	0.0730 (0.4498)	-0.0788 (0.4767)	0.1170* (0.0736)
stratio	-0.0077 (0.2359)	-0.0203*** (0.0073)	0.0011 (0.7718)

註：表中數字為參數估計值，括號中則為 P 值；*代表 P-value<10%，**代表 P-value<5%，***代表 P-value<1%。

多，規模及範疇經濟愈明顯，故規模效率愈佳，並因此使總技術效率提高。而純技術效率因衡量的是在既定規模下，資源在各項投入、產出間的配置是否得當，與系所數代表的學校規模程度無直接關係，故統計結果不顯著。學校所在地的平均家戶所得則如文獻的預期，在 10% 的顯著水準下對規模效率呈現正面的影響，然對總技術效率與純技術效率的影響並不顯著。

生師比的部分，在 1% 的顯著水準下對純技術效率有負面影響，對其他兩種效率的影響則不顯著。因生師比表彰的是學校內部管理的能力，故對純技術效率產生影響甚為合理。而負面影響的意涵或可解釋為，雖然生師比提高可以節省教師面的投入成本，但也表示該學校的內部管理可能欠佳（未達教育部要求的生師比標準）並可能因教學負擔過重而導致教師在研究及服務面的產出較低，因後者影響程度較大，使生師比對純技術效率產生負面影響。最後，則是影響效率值最顯著的註冊率（reg）。註冊率在 1% 的顯著水準下，對總技術效率與規模效率均有正面的影響。註冊率是最能直接顯示學生就讀意願的指標，也最能反應在學生來源不足時學校的經營狀況，更直接影響到學校的在學人數，故註冊率對規模效率產生正面影響、進而影響總技術效率的結果，與預期相符。正因註冊率是對就學人數、學校規模產生直接影響，故對評估短期資源配置的純技術效率影響較低，因此註冊率對純技術效率的影響並不顯著。

伍、結論與建議

本文應用資料包絡分析法，探討 101~102 學年度台灣 29 家樣本科技大學的經營效率，分別以經調整及未經調整的投入、產出變數進行各項效率值的分析；並探討公、私立科大及以醫工學門、非以醫工學門為主的科大間的各项效率值是否有所差異；最後則探討影響科大效率的原因為何。

以較近期、較有鑑別度，即 102 學年度、以經調整變數進行分析的結果來看，29 家樣本科大中，共有 10 家總技術效率值為 1、已達總技術效率。代表這 10 家科大已具備相對效率性，資源配置與規模均處於最適的狀態。其中有 6 家為國立科大(DMU1、DMU3、DMU4、DMU6、DMU7、DMU8)，4 所為私立科大(DMU15、DMU20、DMU22 及 DMU29)。其餘未達總技術效率的 19 所科大中，有 6 所(DMU9、DMU10、DMU16、DMU19、DMU23 及 DMU26) 純技術效率值為 1，即其缺乏效率的原因僅來自未達規模效率。其中，除了 DMU19 與 DMU26 呈現規模報酬遞減之外，其餘 4 校均處於規模報酬遞增的階段。因這 6 所學校已達純技術效率，故短期的資源配置已為最適，需要從規模方面進行調整—規模報酬遞減的學校表示其現有規模過大，長期應縮減學校規模；反之，模報酬遞增的學校代表其現有規模過小，長期應擴大規模方能達成規模效率。

DMU18 則為唯一一所達規模效率、未達純技術效率的學校，這顯示其學校規模妥適，僅須依循前述的差額變數分析進行資源配置的調整，即可改善效率。其餘的 12 所科大，則為純技術效率與規模效率均未達成，故這些學校在調整短期資源配置之餘（未達純技術效率的資源配置應調整數量及比例，詳見上一節中的差額變數分析），亦應同時進行規模的調整。其中，DMU5、DMU11、DMU12、DMU14 及 DMU21 等 5 所學校在純技術與規模效率上的表現差距不大，代表無效率的原因大致上各占一半；DMU2、DMU13、DMU17、DMU25、DMU27 及 DMU28 等 6 所學校的純技術效率明顯低於規模效率，換言之，這些學校欲改善其效率，應優先依循前述的差額變數分析結果，從短期的資源配置調整著手；而 DMU24 則是純技術效率優於規模效率，即其缺乏效率的主要原因來自於規模的不適當。

由效率分析的結果可知，樣本學校中，未達規模效率的學校多處於規模報酬遞增階段，易言之，多數學校規模相對不足，若擴大規模將能提高效率。此一結果，可能與台灣大學眾多，使各學校規模受限有關。再者，研究期間內整體樣本學校因純粹技術效率與規模效率不足造成未達總體技術效率的比重後者稍高，但兩者差距不大。最後，Wilcoxon 檢定結果顯示，經以價值調整過後的變數所分析的效率值，在所有效率值上均與以件數計算、未經調整之變數所得到的效率值有顯著的差異，且前者所得的平均效率值較低、標準差較大，故以經調整變數所求算出的效率值較精確且有較佳的鑑別力。以經調整的變數作為衡量效率的標準，為本文與既有文獻的主要差異及貢獻之所在。

無母數 Mann-Whitney 檢定的結果顯示，國立與私立之科技大學於研究期間，無論以何種變數進行分析，在總技術效率、純技術效率與規模效率的檢定結果均達 5% 顯著水準、拒絕虛無假設，表示在此期間公立大學的各項效率值優於私立大學。且以經價格調整變數衡量下，公、私立學校的效率差異縮小。至於以非醫工與醫工學門為主的科大間的效率比較，以未經調整或經調整變數得出的效率值則有明顯不同的結果。以未經調整變數求得的效率值而言，在 10% 的顯著水準下，研究期間非醫工學門科大在總技術效率與規模效率上皆優於醫工學門科大。然而，若以經過調整的變數分析，則無論在何種效率值上，非醫工與醫工學門科大均無顯著差異。因此，改以經價格調整後的變

數分析、考量醫工學門高投入、高產值的特性後，所得出的 DEA 效率值應可避免既有文獻提出可能產生偏誤的情況。此為本文另一貢獻所在。

Tobit 迴歸分析的結果則顯示，評鑑通過率對效率值的影響不顯著。系所數對總技術效率與規模效率有正面影響、學校所在地家戶所得對規模效率有正面影響、生師比對純技術效率則呈現負面效果。而影響學校效率最重要的因素則是註冊率。這或許能反應出，在台灣目前高等教育供過於求的現狀下，影響學校效率、甚至能否存續的最重要因素應是表現市場選擇結果的註冊率。

最後，因資料包絡分析法對投入、產出變數及樣本數頗為敏感，故分析結果可能因選擇的變數及樣本不同而有所差異。如前所述，本文樣本代表性稍嫌不足，除期望各學校能公開資料外，未來亦將盡量補足資料，以期能更完整的探討國內科技大學經營績效此一議題。

註釋

1. 此一數據曾於 94 學年度達到 153 家的高峰，後由於教育部政策主導學校合併，學校家數略有減少。
2. 前者如胡均立、張子溥與朱曉輝（2014）；黃旭男、吳國華（2001）旨在探討壽險業的經營績效；後者如黃旭男（1999）即以台灣 23 縣市的環保機構為研究標的。
3. 其中，郭福祥等（2015）是以 DEA 為研究方法，分析新北市高中職的經營效率，並得到十二年國教免學政策能有效提升職業學校的經營效率之結果。
4. 辛炳隆、江哲延（2011）中對所得有顯著正向影響的證照種類為專門職業及技術人員考試及格證書以及金融從業人員證照。林大森（2011）的高階證照標準將於文中第三節說明。
5. 上述文獻均採用 DEA 為研究方法，分析公、私立大學效率的差異性。
6. 其中，盧永祥、傅祖壇（2007）在產出變數經品質調整後，醫護導向的學校經營效率優於工程及商管導向的學校。
7. 此三變數均具中度以上的相關性（學生數與老師數、學生數與系所數、老師數與系所數的相關係數分別為：0.94、0.57、0.51），為避免共線性問題，應擇一最適當的變數納入。經過專家訪談後（共訪問 6 位科技大學的一級主管或資深教授），決定採用能同時顯示規模與範疇經濟的系所數作為解釋變數。
8. 教育部的公開資料為日間學制生師比，即日間部學生人數與日間部專任教師（含助教）的比例。有關生師比的相關規範詳見教育部公告的「技專校院提升師資素質實施要點」。

9. 刪除的學校是因未公開學生證照數，即在「全國技專校院校務基本資料庫」中，表 4-8 學生技術證照資料表未公開者。唯自 105 學年度起該資料庫已不再對社會大眾公開。
10. 因以 DEA 法分析效率時，DMU 應具備同質性，故本文排除專科學校及技術學院，僅以科技大學為分析對項。樣本學校中南榮科大於 102 學年度改制、國立北商則於 103 學年度升格。考量欲改制的學校多於改制前即已作好準備以符合教育部改大的標準，故仍將此二校納入樣本。
11. 因該項薪資資料僅涵蓋 99 與 100 學年度畢業生(薪資年度分別為 102 與 103 年)，故本文選擇以最接近研究期間的 100 學年度資料作為換算畢業生人數的依據。此外，折算為企業管理學類畢業生的原因在於該學類是樣本科大中最為普遍設立的學類，如企業管理系、國際企業(管理)系等均屬之。
12. 林大森(2011)定義的高階證照有：國家高等考試；技術士甲、乙級；金融業的外匯人員、理財規劃師、證券分析師，保險業的核保、理賠人員、保險代理與經紀人、精算師，金融業的國際高階證照；教師甄試；全民英檢中高級(含)以上；電腦相關的程式設計、ITE 專業認證之應用軟體、電腦硬體、網路設計與設定等。其他證照均視為低階證照。
13. 反訊號理論旨在說明某些高能力者為避免釋放出和低能力者一樣的訊息，所以不願意取得訊號象徵，如此以「反訊號」作為和低能力者之區分。
14. 因本文樣本學校中，非醫工科大的家數(10家)低於醫工科大(19家)，故前者具規模經濟的家數雖然較少，但比例較高。
15. 李東杰等(2012)；康龍魁、李文清(2009)；王媛慧、李文福(2006)等文均得到私立學校技術效率優於公立學校的結果。盧永祥、傅祖壇(2007)一文中亦得到私立學校效率優於公立學校的結論，但該文考量產出品質與組織特性後，公立學校效率反較私立學校為佳。然而，其他國家公立大學效率優於私校的情形並不少見，如 Wilkinson and Yussof(2005)；Bangi(2014)；Munoz(2016)等，即得到馬來西亞、坦尚尼亞及智利的公立大學技術效率優於私立大學的結果。
16. 因台灣的公立學校排名多在私立學校之前，故當生源減少時，私立學校所受的衝擊大於公立學校。排名較後的私校更是如此。
17. 在 Mann-Whitney 檢定下，效果值 = Z 值 / $\sqrt{\text{樣本數}}$ 。效果值近來被普遍使用在變化分析(如前測、後測的結果是否有差異)的研究上，數值愈大表兩群樣本間的差異愈大，且其與樣本大小並不相關。
18. 解釋變數的意義及預期對學校效率的影響方向，請見第二節。
19. 評鑑通過率的計算方式為以最接近研究期間，各樣本學校由台評會進行評鑑的結果報告中，評鑑通過(1等或2等)的單位數(含行政類)與總受評單位數的比值。

致謝

本研究受國立臺中科技大學學術培育研究計畫補助，案號 NURTURE105-04，執行期間 2016/01/01-2016/10/31，特此致謝。

參考文獻

一、中文部分

1. 王文派、賴淑呈(2008)，科技大學系所效率之實證研究，計量管理期刊，5(1)，1-12。
2. 王媛慧、李文福(2006)，我國大學院校技術效率之研究－資料包絡分析法的應用，輔仁管理評論，13(1)，163-186。
3. 李東杰、蘇偉鴻、薛金愛、梅菁芳(2012)，二階段資料包絡分析法應用於台灣南部技職校院辦學績效評估，東海教育評論，8，1-28。
4. 辛炳隆、江哲延(2011)，專業證照對薪資影響之淺析，T&D 飛訊，124，1-13。
5. 汪漢英、黃文聰、黃開義、畢威寧(2007)，應用資料包絡分析法之大學學系績效評估實證研究，人文暨社會科學期刊，3(2)，55-66。
6. 林大森(2011)，教育與勞力市場之連結：分析台灣專業證照的市場價值，社會科學論叢，5(1)，39-84。
7. 林容萱(2003a)，以資料包絡法分析 89、90 年度臺灣地區科技大學的經營效率，彰化師大教育學報，5，373-396。
8. 林容萱(2003b)，臺灣地區科技大學效率性之分析：資料包絡分析法的應用，國民教育研究集刊（臺南師院），9，179-205。
9. 胡均立、張子溥、朱曉輝(2014)，兩岸壽險業之分項投入效率比較：隨機邊界分析之應用，東吳經濟商學學報，85，41-61。
10. 高強、黃旭男、Toshiyuki, S. (2003)，管理績效評估：資料包絡分析法，台北：華泰文化。
11. 孫遜(2004)，資料包絡分析法－理論與應用，台北：揚智文化。
12. 孫遜(2003)，軍事院校辦學績效評估之研究－以國防管理學院為例，中山管理評論，11(2)，219-250。

13. 郭福祥、劉祥熹、李麗華(2015)，十二年國教經營效率分析—一般 DEA 及 DEA 類別模式方法之應用，商管科技季刊，16(2)，245-267。
14. 陳清檳、鄭博文、賴慧敏、蕭錫錡(2015)，大學畢業生取得證照與薪資所得—傾向分數配對法之分析，當代教育研究季刊，23(1)，71-111。
15. 黃旭男、吳國華(2001)，台灣地區壽險業經營績效之衡量，管理與系統，8(4)，401-419。
16. 黃旭男(1999)，二階段資料包絡分析法在績效評估上之應用：以台灣地區環保機構組織績效之評估為例，管理與系統，6(1)，111-130。
17. 溫玲玉、康龍魁、王南喻(2009)，應用 DEA 分析法評估科技大學系科效率差異之研究：以某科技大學為例，教育經營與管理研究集刊，5，95-120。
18. 歐進士、林秋萍(2000)，我國國立大學校長由官派制改為遴選制對大學經營效率之影響，中山管理評論，8(2)，213-248。
19. 康龍魁、李文清(2009)，台灣地區科技大學經營效率之研究—資料包絡法及 Malmquist 生產力指數之應用，技術及職業教育學報，3(2)，73-105。
20. 盧永祥、傅祖壇(2007)，產出品質、組織特性與台灣高等技職院校之經營效率，管理評論，26(2)，1-21。

二、英文部分

1. Adamu, M., Soon, J. J., & Ahmad, S. (2016). An empirical analysis of the factors affecting efficiency of Nigria's public universities. International Journal of Advanced Research, 4(12), 2263-2271.
2. Agasisti, T., & Ricca, L. (2016). Comparing the efficiency of Italian public and private universities (2007-2011): An empirical analysis. Italian Economic Journal, 2(1), 57-89.
3. Ahn, T., & Seiford, L. M. (1993). Sensitivity of DEA to models and variable sets in a hypothesis test setting: The efficiency of university operations, in Yuji Ijiri, (ed.). Creative and Innovative Approaches to the Science of Management, 191-208.
4. Athanassopoulos, A. D., & Shale, E. A. (1997). Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of data envelopment analysis. Education Economics, 5(2), 117-134.
5. Bangi, Y. I. (2014). A comparative study on efficiency assessment between public and private universities: Evidence from Tanzania. International Journal of Management & Information Technology, 10 (1), 1801-1804.
6. Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.

7. Bayraktar, E., Tatoglu, E., & Zaim, S. (2013). Measuring the relative efficiency of quality management practices in Turkish public and private universities. Journal of the Operational Research Society, 4(12), 1810-1830.
8. Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.
9. Coelli, T. (1996). A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. CEPA Working Paper No. 96/07, University of New England, Australia.
10. Coelli, T., & Perelman, S. (1999). A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways. European Journal of Operation Research, 117(2), 326-339.
11. Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
12. Facanha, L. O., Resende, M., & Marinho, A. (1997). Brazilian federal universities: Relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. Revista-Brasileira-de-Economia, 51(4), 489-508.
13. Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, 120(3), 253-281.
14. Feltovich, N., Harbaugh, R., & To, T. (2002). Too cool for school? Signalling and countersignaling. The RAND Journal of Economics, 33(4), 630-649.
15. Flegg, A., Allen, D., Field, K., & Thurlow, T. (2004). Measuring the efficiency of British universities: A multi-period data envelopment analysis. Education Economics, 12(3), 231-249.
16. Glass, J. C., Mckillop, D. G., & O'rourke, G. (1998). A cost indirect evaluation of productivity change in UK universities. Journal of Productivity Analysis, 10(2), 153-175.
17. Hu, Y., Liang, W., & Tang, Y. (2017). Evaluating Research Efficiency of Chinese University. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. Press.
18. Ismail, E. A. R. (2015). A Tobit regression approach based on DEA efficiency scores. Global Journal of Engineering Science and Research Management, 2(4), 1-7.
19. Johnes, J., & Johnes, G. (1995). Research funding and performance in U.K. university departments of economics: A frontier analysis. Economics of Education Review, 14(3), 301-334.
20. Kao, C. (1994). Evaluation of junior colleges of technology: The Taiwan case. European Journal of Operational Research, 72(1), 43-51.
21. Kempkes, G., & Pohl, C. (2010). The efficiency of German universities-some evidence from nonparametric and parametric methods. Applied Economics, 42(16), 2063-2079.

22. Kingdon, G. (1996). The quality and efficiency of private and public education : A case-study of Urban India. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 58(1), 57-82.
23. Li, G. (2011). Output efficiency evaluation of university human resource based on DEA. Procedia Engineering, 15, 4704-4711.
24. Madden, G., Savage, S., & Kemp, S. (1997). Measuring public sector efficiency: A study of economics departments at Australian universities. Education Economics, 5(2), 153-168.
25. McMillan, M. L., & Datta, D. (1998). The relative efficiencies of Canadian universities: A DEA perspective. Canadian Public Policy Analysis De Politiques, 24(4), 485-511.
26. Munoz, D. A. (2016). Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: A data envelopment analysis approach. The International Journal of Educational Management, 30(6), 809-825.
27. Recardo, S. R., Francisco, J. M. R., & Ana, B. C. D. (2010). University efficiency: Complementariness versus trade-off between teaching, research and administrative activities. Higher Education Quarterly, 64(4), 373-391.
28. Selima, S., & Bursalioglu, S. A. (2015). Efficiency of higher education in Turkey: A bootstrapped two-stage DEA approach. International Journal of Statistics and Applications, 5(2), 56-67.
29. Selima, S., & Bursalioglu, S. A. (2013). Analysis of the determinants of universities efficiency in Turkey: Application of the data envelopment analysis and panel Tobit model. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 89, 895-900.
30. Wilkinson, R., & Yussof, I. (2005). Public and private provision of higher education in Malaysia: A comparative analysis. Higher Education, 50(3), 361-386.
31. Wolszczak-Derlacz, J., & Parteka, A. (2011). Efficiency of European public higher education institutions: A two-stage multicountry approach. Scientometrics, 89(3), 887-917.

106 年 05 月 08 日收稿

106 年 06 月 16 日初審

106 年 09 月 12 日複審

106 年 10 月 23 日接受

作者介紹

Author's Introduction

姓名 楊維娟
Name Wei-Chuan Yang
服務單位 國立臺中科技大學國際貿易與經營系
Department Department of International Business, National Taichung University of Science and Technology
聯絡地址 40401 台中市北區三民路三段 129 號
Address No.129, Sec. 3, Sanmin Rd., North Dist., Taichung City 40401, Taiwan (R.O.C.)
E-mail wyangc@nutc.edu.tw
專長 國際貿易理論、環境經濟學、績效評估與管理
Speciality International Trade Theory, Environmental Economics, Performance Evaluation and Management

姓名 蔡樹芬
Name Shih-Feng Tsai
服務單位 國立臺中科技大學國際貿易與經營系
Department Department of International Business, National Taichung University of Science and Technology
聯絡地址 40401 台中市北區三民路三段 129 號
Address No.129, Sec. 3, Sanmin Rd., North Dist., Taichung City 40401, Taiwan (R.O.C.)
E-mail viola@nutc.edu.tw
專長 管理學、人力資源管理、績效評估與管理
Speciality Business Management, Human Resource Management, Performance Evaluation and Management