

調整品質變數對 DEA 計算生產效率的影響 / 台灣地區技職教育體系為例

The Effect of Adjusted Quality on Production Efficiency Measured by DEA
/ Case of Universities and Colleges in Taiwanese Higher Technological and
Vocational Education

費業勳

嶺東技術學院財務金融所副教授

Email : kennyef@mail.ltc.edu.tw

楊永列

嶺東技術學院財務金融所副教授

Email : lyang@mail.ltc.edu.tw

葉庭好

嶺東技術學院財務金融所碩士班研究生

Email : tyeh@mail.ltc.edu.tw

摘要：台灣地區技職教育體系，乃是台灣教育主體之一，在整體教育體系中因以就業導向為教育目標，而在經濟及產業中扮演著極重要的角色，故其培育未來就業人才對一國之經濟發展與國民生活福祉影響甚鉅。有鑑於教育環境與社會經濟的影響力與日遽增，因此本文以技職教育體系之學校類別與學校隸屬等外生變數的調整來衡量其生產效率與經營績效。本文主要利用 Fried, Lovell, Schmidt and Yaisawarny (2002)所提出之三階段調整之資料包絡法(DEA)，而三階段 DEA 主要利用外生環境變數與隨機干擾來調整 DMU 的投入變數，再以調整後之投入變數重新評估 DMU 之生產效率值。經由本文實證分析結果得知，在台灣地區技職教育體系九十一學年度之學校類別中，私立學校的生產效率優於公立學校；第一階段 DEA 之生產效率值不同於第三階段調整的 DEA 之生產效率值。顯示第三階段調整的 DEA 之方法較能反映實際的生產效率值。此外，實證結果也顯示，技職教育體系之外生環境變數將影響學校類別之生產效率，同時也影響其經營效率；對於公私立學校而言，學校之外生環境變數亦會影響其生產效率與經營績效。

關鍵詞：高等技職教育，資料包絡分析法，隨機生產邊界法，生產效率。

壹、導論

我國的技術及職業教育在就業導向的教育目標下，為經濟、產業服務之優先功能，使其在國家與社會發展上扮演著的重要關鍵。技術及職業教育，簡稱技職教育，為整體教育體系之一部份。隨著社會環境、教育制度與政策的改變，技職教育產生上移化的發展，亦即高等技職教育機構—科技大學與技術學院逐漸蓬勃。在此同時，也因為社會經濟及人口結構的改變，使得高等技職教育面臨轉型與重新定位的衝擊。因此如何度量高等技職教育機構的生產力，進而提升對於教育品質及學校競爭力，對於教育事業的永續發展具有長遠及重大的影響。以下茲就我國技職教育的發展與教育生產力進行說明。

隨著知識經濟時代的來臨，能夠掌握創新的知識，便能擁有堅強的競爭力並創造財富。然而知識型的經濟社會需要專業知識工作者，因此高等教育所扮演的角色益形重要。其重要性一方面顯現在高等教育本質已由傳統的菁英主義迅速轉化為普及教育的結構性改變；另一方面，研究功能使高等教育機構成為創新知識與發展新技術的重要場所，並與產業的競爭力、經濟發展、社會進步息息相關。是故高等教育無論在結構、教學或研究等方面都必須調整，才能因應社會需要。在此一變革中，高等技職教育的轉型與定位首當其衝。在知識就是生產力的經濟思潮前提下，深入探討高等技職教育機構生產力的意涵有其必要性。對此，本研究擬以高等技職教育—科技大學、技術學院及專科學校為研究對象，將其視為多元輸入與多元產出的經濟機構，透過經濟理論生產力之觀點及資料包絡分析法的理論，建立高等技職教育多元輸入及產出之指標，並由加權換算成單一的實質投入與產出，以實質產出對投入之比率來衡量高等技職教育生產力及效率，進而探討科技大學與技術學院在現代經濟社會中需要改進與發展之處，提供教育主管單位及相關學校應用參考。

生產理論中有關技術效率(Farrell, 1957)乃奠基在生產技術不改變的前提下，衡量決策單位 (Decision Making Unit; DMU) 之產出投入距離生產邊界(production frontier)之程度；並利用估計之效率指標作為評估 DMU 生產績效的標準。目前對衡量 DMU 生產效率之方法，一般可區分為兩大類，一類為利用「有母數-計量方法」(Parametric- Econometric Approach) 的 SFA 來計算廠商的生產效率，另一類為利用「無母數-線性規劃方法」的 DEA 來計算廠商的生產效率。DEA 為衡量 DMU 相對生產效率的方法，它是一種相對效率或相對非效率 (relative inefficiency) 的概念，其比較的「參考基準」(reference technology) 為觀察值凸集合 (convex set)，所有的投入產出資料以數學規劃找到此基準界，凡是落在邊界上的 DMU，將被認為其投入產出是最具效率的，凡是落在邊界內的 DMU，將被認為其投入產出是無效率的，從其與包絡線之距離可判斷其效率的程度，依此不僅可以衡量每一個決策單位的相對表現，亦可以提出改進的目標。

本研究之 DEA 的模式是去除寬鬆值所含之隨機誤差值及外生變數之影響，調整其投入變數，以增加相對效率評估之準確性。而傳統二階段的 DEA 生產效率模型作法，是以一般投入與產出求出 DMU 的 DEA 生產效率值 (TE_D)，再分析環境因素對生產效率 TE_D 的影響，但 TE_D (E_D) 的誤差包含隨機誤差 (V_D)、外生環境變數 ($Z\delta_D$) 產生的誤差及管理方面之隨機誤差 (W_D) 所引起的無效率。不同於 Battese and Coelli(1988, 1989, 1995) SFA 模式所計算的生產效率值 TE_S (U_S) 的誤差只有外生環境變數 ($Z\delta_S$) 及管理方面之隨機誤差 (W_S) 所產生的無效率， TE_D 的計算包含 V_D 部份，此為 TE_D 與 TE_S 主要的最大不同處。

本文依所蒐集之台灣地區科技大學及技術學院的資料，進行三階段式 DEA 之效率評估，於第一階段以傳統 DEA 來衡量台灣地區科技大學及技術學院各學校的生產效率值 TE_1 ，並找出其投入變數的鬆弛變數 (Slack

variable ; S_x) ; 第二階段以 S_x 為被解釋變數，並以學校座落、學校類別及公民營學校別等外生環境變數為解釋變數，利用相似 SFA 之作法建構其模式且計算其生產效率值 TE_s 及 $Z\delta_s$ ，進一步可求算 V_s ，利用 V_s 及 $Z\delta_s$ 來調整投入變數。第三階段以調整後投入變數再以 DEA 來重新求算台灣地區科技大學及技術學院各學校的生產效率值 TE_3 並比較 TE_1 與 TE_3 之差異，進而瞭解其 TE 體質。最後依其實證分析之實證結果提出其結論與建議。

貳、台灣地區技職教育之概況

台灣技職教育體系由科技大學與技術學院、專科學校及職業學校所構成。科技大學與技術學院以培育高級技術與管理人才為目標，由於政經環境及產業結構的發展，我國技職教育在過去 40 餘年隨之變化調整，從 1950 年的三所專科學校及 77 所職業學校發展至 2000 年，已成為包含 84 所專科學校以上校院，199 所高級職業學校，學生人數佔台灣地區中等以上學校學生人數 57.7% 的教育體系。(教育部，民 90)。以 90 學年度而言，屬於高等技職教育體系的 84 所技專校院，佔整體高等教育 150 所大專校院的 56.7%；而高等技職教育體系學生人數約為高等教育學生總人數的 57% (教育部，民 89)。台灣技職教育的成長與經濟產業發展、社會環境的改變息息相關，不僅在數量上隨著人力需求增加而提高，也因應人力資源的變化而調整技職教育結構，技職教育結構也產生顯著變化，高等技職教育所佔比重日漸升高；在 1973 年以前，技職教育體系之中，僅有專科學校，到了 1974 年，鑑於產業正轉向技術與知識密集型態，台灣第一所技術學院—台灣工業技術學院成立，開啟高等技職教育的新頁，至 1995 年共設有 7 所技術學院。為考量專科生繼續進修之需要及滿足技術人才素質提升之要求，自 1996 年起開始辦理績優專科學校改制技術學院，直至九十二學年度已有十七所科技大學；而技術學院更增至五十五所。然受到學齡人口逐年降低的影響，使得傳統高等教育的菁英主義轉化為普及教育，在技職體系亦然；加上進入 WTO 後教育市場的開放，高等技職教育學校機構供過於求的現象，將是預期下必然發生的事實。因此高等技職教育在逐漸調整朝市場導向發展的關鍵時期，厚植其生產力，進而產生競爭力，將是科技大學及技術學院未來發展的方向。

以台灣地區九十一學年度技專校院為主，依據教育部(教育部，民91)統計資料，九十一學年度全國科技大學計有15所、技術學院計有56所、專科學校計有15所，共有86所；其學校類型統計表如表1所示。

表1·學校類型統計表

編號	學校名稱	學校座落	學校類別	學校隸屬
1	國立台灣科技大學	北部	科技大學	公立
2	國立台北科技大學	北部	科技大學	公立
3	明新科技大學	北部	科技大學	私立
4	龍華科技大學	北部	科技大學	私立
5	國立雲林科技大學	中部	科技大學	公立
6	朝陽科技大學	中部	科技大學	私立
7	弘光科技大學	中部	科技大學	私立
8	國立高雄第一科技大學	南部	科技大學	公立
9	國立高雄應用科技大學	南部	科技大學	公立
10	國立屏東科技大學	南部	科技大學	公立
11	南台科技大學	南部	科技大學	私立
12	崑山科技大學	南部	科技大學	私立
13	嘉南藥理科技大學	南部	科技大學	私立
14	輔英科技大學	南部	科技大學	私立
15	樹德科技大學	南部	科技大學	私立
16	清雲技術學院	北部	技術學院	私立
17	萬能技術學院	北部	技術學院	私立
18	正修技術學院	南部	技術學院	私立
19	國立台北商業技術學院	北部	技術學院	公立
20	國立台北護理學院	北部	技術學院	公立
21	中國技術學院	北部	技術學院	私立
22	中華技術學院	北部	技術學院	私立
23	光武技術學院	北部	技術學院	私立
24	德明技術學院	北部	技術學院	私立
25	亞東技術學院	北部	技術學院	私立
26	明志技術學院	北部	技術學院	私立
27	東南技術學院	北部	技術學院	私立
28	致理技術學院	北部	技術學院	私立
29	景文技術學院	北部	技術學院	私立

編號	學校名稱	學校座落	學校類別	學校隸屬
30	新埔技術學院	北部	技術學院	私立
31	德霖技術學院	北部	技術學院	私立
32	醒吾技術學院	北部	技術學院	私立
33	長庚技術學院	北部	技術學院	私立
34	南亞技術學院	北部	技術學院	私立
35	黎明商業技術學院	北部	技術學院	私立
36	大華技術學院	北部	技術學院	私立
37	元培科學技術學院	北部	技術學院	私立
38	經國管理暨健康學院	北部	技術學院	私立
39	育達商業技術學院	北部	技術學院	私立
40	國立台中技術學院	中部	技術學院	公立
41	國立勤益技術學院	中部	技術學院	公立
42	國立虎尾技術學院	中部	技術學院	公立
43	環球技術學院	中部	技術學院	私立
44	修平技術學院	中部	技術學院	私立
45	中台醫護技術學院	中部	技術學院	私立
46	嶺東技術學院	中部	技術學院	私立
47	僑光技術學院	中部	技術學院	私立
48	中州技術學院	中部	技術學院	私立
49	建國技術學院	中部	技術學院	私立
50	南開技術學院	中部	技術學院	私立
51	國立高雄海洋技術學院	南部	技術學院	公立
52	國立屏東商業技術學院	南部	技術學院	公立
53	國立高雄餐旅學院	南部	技術學院	公立
54	吳鳳技術學院	南部	技術學院	私立
55	中華醫事技術學院	南部	技術學院	私立
56	台南女子技術學院	南部	技術學院	私立
57	南榮技術學院	南部	技術學院	私立
58	遠東技術學院	南部	技術學院	私立
59	美和技術學院	南部	技術學院	私立
60	和春技術學院	南部	技術學院	私立
61	東方技術學院	南部	技術學院	私立
62	高苑技術學院	南部	技術學院	私立

編號	學校名稱	學校座落	學校類別	學校隸屬
63	文藻外語學院	南部	技術學院	私立
64	大仁技術學院	南部	技術學院	私立
65	永達技術學院	南部	技術學院	私立
66	蘭陽技術學院	東部	技術學院	私立
67	大漢技術學院	東部	技術學院	私立
68	慈濟技術學院	東部	技術學院	私立
69	國立宜蘭技術學院	東部	技術學院	公立
70	國立澎湖技術學院	離島	技術學院	公立
71	國立金門技術學院	離島	技術學院	公立
72	崇右專科學校	北部	專科學院	私立
73	大同專科學校	南部	專科學院	私立
74	國立台灣戲曲專科學校	北部	專科學院	公立
75	中國海事商業專科學校	北部	專科學院	私立
76	馬偕護理專科學校	北部	專科學院	私立
77	康寧護理專科學校	北部	專科學院	私立
78	耕莘護理專科學校	北部	專科學院	私立
79	華夏工商專科學校	北部	專科學院	私立
80	親民工商專科學校	北部	專科學院	私立
81	仁德醫護管理專科學校	北部	專科學院	私立
82	國立台中護理專科學校	中部	專科學院	公立
83	國立台南護理專科學校	南部	專科學院	公立
84	慈惠醫護管理專科學校	南部	專科學院	私立
85	樹人醫護管理專科學校	南部	專科學院	私立
86	台灣觀光經營管理專科學校	東部	專科學院	私立

資料來源：教育部（教育部，民91）。

參、理論模型

一、效率評估模型

關於生產效率的研究，Farrell (1957) 首先提出生產邊界 (production frontier) 的概念，來衡量生產效率水準，Farrell 也說明生產效率的觀念，並進而將生產效率 (Overall Efficiency) 分成技術效率 (Technical efficiency) 與配置效率 (Allocative efficiency)，並以等產量曲線 (Iso-quant) 評估技術效率與配置效率。三種效率間的關係可以下式來表示：

$$\text{生產效率} = \text{技術效率} * \text{配置效率}。$$

Ganley and Clubbin (1992) 以下面圖 1 來解釋上述的關係：

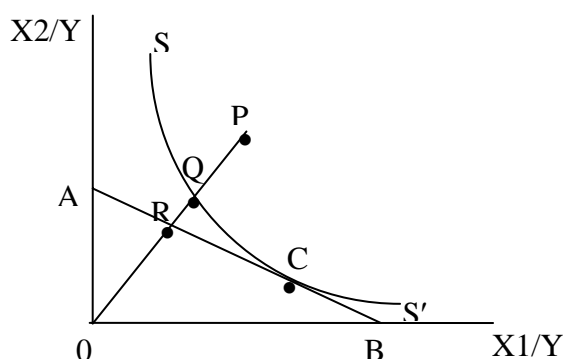


圖 1：等產量曲線對生產效率的衡量

假設使用兩種投入 X_1 與 X_2 生產一種產出 Y 。 SS' 為生產一單位產出最有效率的等產量曲線， P 點為實際上生產一單位產出的投入組合點， Q 點為採取與 P 點相同的投入比，生產相同的產出，所需的投入組合，所以 $\frac{OQ}{OP}$ 可用來衡量廠商 P 點的技術效率。而圖中 Q 點雖然落在生產邊界上，但是並非以最低成本達成，廠商最低成本組合點應為等成本曲線 AB 與等產量曲線 SS' 相切的 C 點，因此 Q 與 C 點雖然有相同的技術效率， C 點的生產成

本僅有 Q 點的 $\frac{\overline{OR}}{\overline{OQ}}$ ，因此以 $\frac{\overline{OR}}{\overline{OQ}}$ 表示 P 點的配置效率。據此生產效率等於技術效率乘上配置效率 ($\frac{\overline{OR}}{\overline{OP}} = \frac{\overline{OQ}}{\overline{OP}} * \frac{\overline{OR}}{\overline{OQ}}$)。若效率值落在生產邊界上的點為最有效率，其效率值為 1；而落在上方的點叫無效率，其效率介於 0 與 1 之間。

二、調整 DEA 模式介紹

(一)、第一階段 DEA 模式

在固定規模報酬(CRS)假設下，受評估 DMU 的投入面技術效率值(TE_D^{CRS})可以用下列的線性規劃型式表示：

$$TE_D^{CRS} = \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \theta \quad (1)$$

$$\begin{aligned} Y\lambda &\geq Y_0 \\ \text{S.T. } X\lambda &\leq \theta X_0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

其中投入向量 $X \in \mathbb{R}_+^N$ ，產出向量 $Y \in \mathbb{R}_+^M$ ， $Y\lambda \geq Y_0$ 表示受評估 DMU 的產出 Y_0 會小於或等於效率 DMU 的加權產出組合 $Y\lambda$ ，受評估 DMU 的投入項 θX_0 必定大於或等於效率 DMU 的加權投入組合 $X\lambda$ 。 θ 為第 k 家 DMU 的固定規模報酬下投入面技術效率值(TE_D^{CRS})，其值介於 0 與 1 之間。

當放棄先前之假定，亦即放棄 CRS 的設定，且在第(1)式中再多加上 $\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1$ 的限制後，則可由下述線性規劃型式求得變動規模報酬下投入面技術效率值 TE_D^{VRS} ：

$$TE_D^{VRS} = \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \theta \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
& Y\lambda \geq Y_0 \\
& X\lambda \leq \theta X_0 \\
\text{S.T.} \quad & K1'\lambda = 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

投入面的整體效率指標(TE_D^{CRS})可為 TE_D^{VRS} 和投入面規模效率(TE_D^{SE})二者的成積，三者關係式為：

$$TE_D^{CRS} = TE_D^{VRS} * TE_D^{SE}。$$

$$\text{利用上式可得： } TE_D^{SE} = \frac{TE_D^{CRS}}{TE_D^{VRS}}。 \quad (3)$$

上述所衡量的 TE_D^{CRS} 、 TE_D^{VRS} 、 TE_D^{SE} 皆介於 0 與 1 之間，當等於 1 時即處於最適效率水準。若小於 1，差距的部分即為無效率水準。其中 TE_D^{SE} 小於 1 時，並無法指出該規模無效率是由於遞增或遞減規模報酬所引起，針對此點 Fare (1985) 的說明，我們只要加入非遞增規模報酬 (Non-Increasing Returns to Scale, NIRS) 條件，亦即將(1)式限制條件中 $k1'\lambda = 1$ 改為 $k1'\lambda \leq 1$ ，重新求解下述線性規劃化問題：

$$TE_D^{NIRS} = \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \theta \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
& Y\lambda \geq Y_0 \\
& X\lambda \leq \theta X_0 \\
\text{S.T.} \quad & K1'\lambda \leq 1 \\
& \lambda \geq 0
\end{aligned}$$

由上式即可解出每一 DMU 非遞增規模報酬之技術效率 (以 TE_{NIRS} 表示)再將每家 DMU 之 TE_i^{NIRS} 與 TE_i^{VRS} 做比較，即可知該 DMU 位處於何種規模報酬。其判斷方式為如下：

$TE_D^{CRS} = TE_D^{VRS}$ 為固定規模報酬(Constant Return to Scale, CRS)

$TE_D^{NIRS} = TE_D^{VRS}$ 為遞減規模報酬(Decreasing Return to Scale, DRS)

$TE_D^{NIRS} \neq TE_D^{VRS}$ 為遞增規模報酬(Increasing Return to Scale, IRS)

(二)、第二階段建構相似 SFA 模式

1、投入面之寬鬆變數(slack variable)資料的建立

由第一階段之 DEA 模式及各投入變數之資料，即可建立各投入變數之寬鬆變數的資料值。令第 k 家 DMU 在第 n 個投入值以 X_{nk} 表之及其寬鬆值 (slack values) 是以 S_{nk} 表之，其 S_{nk} 之計算式是定義如下：

$$S_{nk} = X_{nk} - X_n \lambda \geq 0 \quad (5)$$

2、寬鬆與外生變數之理論模式

假設 S_{nk} 是受到 p 個可觀察之外生變數 $Z_k = (Z_{1k}, \dots, Z_{pk})$ 之影響， $k=1, 2, \dots, K$ 及 $p \geq 1$ 。因此可利用隨機邊界法來建立 S_{nk} 與 Z_k 之關係，其模式之介紹如下：

依 Battese and Coelli(1995)之想法，寬鬆與外生變數之模式可設定為如下：

$$S_{nk} = f^n(Z_k, \beta^n) + E_{nk}, \quad (6)$$

$$E_{nk} = V_{nk} - U_{nk}, \quad (7)$$

此處的

S_{nk} 為第 k 個 DMU 的第 n 個投入所產出的寬鬆值；

Z_k 為個別 DMU 技術無效率外生解釋變數觀察值；

β 為須估算之未知參數；

V_{nk} 為第 k 個 DMU 的第 n 個投入時，所產生的隨機誤差；

U_{nk} 為第 k 個 DMU 的第 n 個投入時，所產生的技術無效率之非負隨機變數；

V_{nk} 與 U_{nk} 為獨立不相關；其中 $n=1, 2, 3, \dots, N$ 及 $k=1, 2, \dots, K$ 。

上述(6)式為設定之一般式為類似隨機邊界生產函數，(7)式為聯合誤差項，表示實際寬鬆與潛在最大寬鬆值之差異，其中 U_{nk} 式為技術無效率

之效果，且 U_{nk} 是受限於非負值。

在本文分析中，取 $f^n(Z_k, \beta^n) = Z_k \beta^n$ 及假設 V_{nk} 呈常態分配 $N(0, \sigma_{vn}^2)$ 與 U_{nk} 呈截斷性常態分配 $N(\mu^n, \sigma_{un}^2)$ ，可利用 Newton-Rephon 或其它非線性反覆求解法求出未知參數。

由於為求 V_{nk} 之估計量，首先求 U_{nk} 之估計量，其 U_{nk} 之估計量為 $\hat{E}[U_{nk} | E_{nk}]$ ，此時的估計量 $\hat{E}[U_{nk} | E_{nk}]$ 是與 $\hat{\beta}^n$ ， $\hat{\sigma}_{vn}^2$ ， $\hat{\mu}^n$ 及 $\hat{\sigma}_{un}^2$ 有關，其次利用 $\hat{E}[U_{nk} | E_{nk}]$ 我們可推導 V_{nk} 之估計量，其估計量為：

$$\hat{E}[V_{nk} | E_{nk}] = S_{nk} - Z_k \hat{\beta}^n - \hat{E}[U_{nk} | E_{nk}]。 \quad (8)$$

基於最有效率之 DMU，以其投入量為基準之準則，對各投入量之調整為：

$$X_{nk}^* = X_{nk} + [\max_k \{Z_k \hat{\beta}^n\} - Z_k \hat{\beta}^n] + [\max_k \{\hat{V}_{nk}\} - \hat{V}_{nk}]， \quad (9)$$

3、第三階段之調整的 DEA 模式

由第二階段所調整之各投入變數之值 X_{nk}^* ， $k=1, 2, \dots, K$ ， $n=1, 2, \dots, N$ ，代入第一階段之 DEA 模式中，從新計算各 DMU 之指標。以此調整後之各指標衡量台灣地區科技大學及技術學院各學校之效率。

肆、資料說明與變數定義

一、資料說明

台灣地區技職教育體系由科技大學與技術學院、專科學校及職業學校所構成。自 1996 年起開始辦理績優專科學校改制技術學院，直至九十一學年度已有十五所科技大學；而技術學院更增至五十六所，至於專科學校部份也有十五所。其本文將符合蒐集變數資料之學校列為主要研究對象，共有 86 所學校。

其中，由於本研究之主要樣本資料來源為技職司之技專校院基本資料庫之統計調查及教育部統計處之九十一學年度各校統計資料，因此國立宜蘭技術學院於九十二學年度起改名為國立宜蘭大學，有部份變數資料在調查時並沒有填報，故不列入研究樣本，其國立金門技術學院是由原本國立高雄應用科技大學金門分部所獨立出的新校，並未填報資料，故也不列入本研究樣本之中。因此，本文以九十一學年度台灣地區 84 所技專校院為樣本資料。本文研究有效樣本數如下表 2。並將本文所使用之投入與產出變數定義於表 3。

表 2：台灣地區技職教育 91 學年度研究樣本數彙總表

體系	學校名稱	數量
科技大學	國立台灣科技大學 國立台北科技大學 明新科技大學 龍華科技大學 國立雲林科技大學 朝陽科技大學 弘光科技大學 國立高雄第一科技大學 國立高雄應用科技大學 國立屏東科技大學 南台科技大學 崑山科技大學 嘉南藥理科技大學 輔英科技大學 樹德科技大學	共 15 家

體 系	學校名稱	數 量
技術學院	清雲技術學院 萬能技術學院 正修技術學院 國立台北商業技術學院 國立台北護理學院 中國技術學院 中華技術學院 光武技術學院 德明技術學院 亞東技術學院 明志技術學院 東南技術學院 致理技術學院 景文技術學院 新埔技術學院 德霖技術學院 醒吾技術學院 長庚技術學院 南亞技術學院 黎明商業技術學院 大華技術學院 元培科學技術學院 經國管理暨健康學院 育達商業技術學院 國立台中技術學院 國立勤益技術學院 國立虎尾技術學院 環球技術學院 修平技術學院 中台醫護技術學院 嶺東技術學院 僑光技術學院 中州技術學院 建國技術學院 南開技術學院 國立高雄海洋技術學院 國立屏東商業技術學院 國立高雄餐旅學院 吳鳳技術學院 中華醫事技術學院 台南女子技術學院 南榮技術學院 遠東技術學院	共 54 家

	美和技術學院 和春技術學院 東方技術學院 高苑技術學院 文藻外語學院 大仁技術學院 永達技術學院 蘭陽技術學院 大漢技術學院 慈濟技術學院 國立澎湖技術學院	
--	--	--

體 系	學校名稱	數 量
專科學校	崇右專科學校 大同專科學校 國立台灣戲曲專科學校 中國海事商業專科學校 馬偕護理專科學校 康寧護理專科學校 耕莘護理專科學校 華夏工商專科學校 親民工商專科學校 仁德醫護管理專科學校 國立台中護理專科學校 國立台南護理專科學校 慈惠醫護管理專科學校 樹人醫護管理專科學校 台灣觀光經營管理專科學校	共 15 家

資料來源：教育部技職司。

二、投入產出變數之定義

本文參考相關研究，定義六項產出、五項投入及其他相關變數說明如下及列於表 3：

表 3：研究使用變數定義表

變數	變數代號	變數名稱	單位
產出	Y1	學生註冊數	人
	Y2	學生畢業數	人
	Y3	國科會通過件數	件
	Y4	國科會通過金額	千元
	Y5	產學合作通過件數	件
	Y6	產學合作通過金額	千元
投入	X1	專任助理教授以上師資	人
	X2	專任講師師資人數	人
	X3	校舍面積	平方公尺
	X4	圖書	冊
	X5	期刊	類
環境變數	S1	學校座落	1. 北部2. 中部3. 南部4. 東部5. 離島
	S2	學校類別	1. 科技大學2. 技術學院3. 專科
	S3	學校隸屬	1. 公立2. 私立

三、投入產出變數之敘述統計值

本文使用之投入與產出變數敘述統計值如下表 4，由表 4 可知：

(一) 產出變數部份：

學生註冊人數 (Y1) 之技專校院全部校數平均數為 7928 人；公立學校平均數為 5320 人；私立學校平均數為 8639 人。學生畢業人數 (Y2) 之技專校院全部校數平均數為 2411 人；公立學校平均數為 1678 人；私立學校平均數為 2611 人。國科會通過件數 (Y3) 之技專校院全部校數平均數為 35.1786 件；公立學校平均數為 75.2778 件；私立學校平均數為 24.2424 件。國科會通過金額 (Y4) 之技專校院全部校數平均數為 40349.8 千元；公立學校平均數為 42567.6 千元；私立學校平均數為 39744.9 千元。產學合作通過件數 (Y5) 之技專校院全部校數平均數為 15.1548 件；公立學校平均數為 25.8889 件；私立學校平均數為 12.2273 件數。產學合作通過金額 (Y6) 之技專校院全部校數平均數為 7463.38 千元；公立學校平均數為 17917 千元；私立學校平均數為 4612.4 千元。以公立和私立學校產出變數比較而言，公立學校之國科會通過件數 (Y3)、國科會通過金額 (Y4)、產學合作通過件數 (Y5)、產學合作通過金額 (Y6)，其變數產出值高於私立學校，而私立學校之學生註冊數 (Y1)、學生畢業數 (Y2) 其變數產出值高於私立學校。

(二) 投入變數部份：

專任助理教授以上師資 (X1) 之技專校院全部校數平均數為 91 人；公立學校平均數為 127 人；私立學校平均數為 81 人。專任講師師資人數 (X2) 之技專校院全部校數平均數為 147 人；公立學校平均數為 72 人；私立學校平均數為 167 人。校舍面積 (X3) 之技專校院全部校數平均數為 94366.3 平方公尺；公立學校平均數為 111002 平方公尺；私立學校平均數為 89829.2 平方公尺。圖書數量 (X4) 之技專校院全部校數平均數為 136409 冊；公立學校平均數為 141917 冊；私立學校平均數為 134907 冊。期刊種類 (X5) 之

技專校院全部校數平均數為 4068.74 類；公立學校平均數為 4262.83 類；私立學校平均數為 4015.8 類。以公立和私立學校投入變數比較而言，公立學校之學生註冊數 (Y1)、國科會通過件數 (Y3)、國科會通過金額 (Y4)、產學合作通過件數 (Y5)、產學合作通過金額 (Y6)，有較高於私立學校之投入，而私立學校之學生畢業數 (Y2)，則有較高於公立學校之投入。

表 4：台灣地區技專校院各變數的敘述統計量

變數	全部		公立		私立	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
Y1	7927.48	3720.31	5319.11	3177.49	8638.85	3554.58
Y2	2410.31	1240.68	1677.61	1113.22	2610.14	1205.09
Y3	35.1786	50.3159	75.2778	86.2921	24.2424	26.8059
Y4	40349.8	202908	42567.6	54848.7	39744.9	227562
Y5	15.1548	23.8815	25.8889	32.329	12.2273	20.3544
Y6	7463.38	17260	17917	29503.9	4612.4	10687.7
X1	90.6071	68.9463	126.833	100.728	80.7273	54.3492
X2	146.512	65.6553	71.6111	52.5247	166.939	52.967
X3	94366.3	56631.1	111002	81458.1	89829.2	47562.9
X4	136409	47363.8	141917	67272.6	134907	40868.6
X5	4068.74	5154.15	4262.83	4999.57	4015.8	5231.75

註：

Y1	學生註冊數	單位：人
Y2	學生畢業數	單位：人
Y3	國科會通過件數	單位：件
Y4	國科會通過金額	單位：千元
Y5	產學合作通過件數	單位：件
Y6	產學合作通過金額	單位：千元
X1	專任助理教授以上師資	單位：人
X2	專任講師師資人數	單位：人
X3	校舍面積	單位：平方公尺
X4	圖書	單位：冊
X5	期刊	單位：類

伍、實證結果分析

一、第一階段：傳統 DEA

台灣地區技專校院九十一學年度 DMU 的產出項為學生註冊人數 (Y1)、學生畢業人數 (Y2)、國科會通過件數 (Y3)、國科會通過金額 (Y4)、產學合作通過件數 (Y5)、產學合作通過金額 (Y6) 六種；投入項為 DMU 專任助理教授以上師資 (X1)、專任講師師資人數 (X2)、校舍面積 (X3)、圖書數量 (X4)、期刊種類 (X5) 五種。根據上述本文使用 DEAP Version 2.0 來計算，可得第一階段傳統 DEA 的效率指標為 TE_1^{CRS} 、 TE_1^{VRS} 及 TE_1^{SE} ，依計算之實證結果分別列於表 5，由表 5 可得知：

1. 台灣地區技專校院九十一學年度 DMU 的固定規模技術效率 TE_1^{CRS} 之平均效率值為 0.888095；其全體樣本之變動規模技術效率 TE_1^{VRS} 的平均效率值為 0.926226，其無效率來源主要來自於變動規模報酬率 TE_1^{VRS} 之無效率為 0.0738 (1-0.9262)；規模效率 TE_1^{SE} 之平均效率值達 0.957869，來自規無效率為 0.0421 (1-0.9579)，顯示變動規模報酬之無效率是造成生產無效率之主要來源。
2. 由表 5 得知，台灣地區技專校院九十一學年度之學校類別中，在固定規模技術效率方面，私立學校略優於公立學校；且科技大學的技術效率最佳，技術學院的技術效率次之。在變動規模技術效率方面，私立學校較優於公立學校；且科技大學的技術效率最佳，專科學校的技術效率次之。另由規模效率而言，私立學校較優於公立學校，且科技大學的技術效率最佳，技術學院的技術效率次之。

表 5：技專校院九十一學年度第一階段 DEA 平均效率值統計表

產業別 \ 效率指標	第一階段		
	TE_1^{CRS} 固定規模技術效率	TE_1^{VRS} 變動規模技術效率	TE_1^{SE} 規模效率
全體樣本	0.888095	0.926226	0.957869
公立	0.811500	0.910389	0.893889
私立	0.908985	0.930545	0.975318
科技大學	0.973200	0.988800	0.984200
技術學院	0.882167	0.900704	0.976796
專科學校	0.824333	0.955533	0.863400

資料來源：本研究自行整理。

(二)、第二階段：隨機生產邊界法(SFA)調整投入變數

由第一階段可求算投入變數的 SLACK 變數將其當成自變數，SFA 的型態式可設為：

$$S_i = \delta_0 + \delta_1(D1_i) + \delta_2(D2_i) + \delta_3(S3_i) + V_i - U_i \quad (10)$$

本文利用 Coelli (1996)的 FRONTIER Version 4.1 使用最大概似法來估算 (10) 式，事實上(10)式是相似 SFA 之模式，依此可求出 U_i 之平均估計值，此估計值以 TEX_i 表之 ($i=1, 2, 3$)，其估算結果列於表 6。

表 6：技專校院九十一學年度第二階段 U_i 之平均估計值統計表

產業別 \ 技術無效率	第二階段				
	TEX_1	TEX_2	TEX_3	TEX_4	TEX_5
全體樣本	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270
公立	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270

私立	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270
科技大學	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270
技術學院	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270
專科學校	0.999745	0.999768	0.999727	0.999571	0.999270

資料來源：本研究自行整理。

其次利用 Slack 之 U_i 的平均估計值 TEX_{nk} ，我們可推導 V_{nk} 之估計值，其 V_{nk} 之估計量如下：

$$V_{nk} = \hat{E}[V_{nk} | E_{nk}] = S_{nk} - Z_k \hat{\beta}^n - \hat{E}[U_{nk} | E_{nk}] \quad (11)$$

基於最有效率之 DMU，以其投入量為基準之準則，對各投入量之調整為：

$$X_{nk}^* = X_{nk} + [\max_k \{Z_k \hat{\beta}^n\} - Z_k \hat{\beta}^n] + [\max_k \{\hat{V}_{nk}\} - \hat{V}_{nk}] \quad (12)$$

(三)、第三階段：調整投入後的 DEA

由 (12) 式可獲得調整後之三種投入項。再利用 DEAP Version 2.0 計算，可得第三階段的效率指標為 TE_1^{CRS} 、 TE_1^{VRS} 及 TE_1^{SE} ，依計算之實證結果列於表 7，可得知：

1. 台灣地區技專校院九十一學年度 DMU 的固定規模技術效率 TE_1^{CRS} 之平均效率值為 0.885845；其全體樣本之變動規模技術效率 TE_1^{VRS} 的平均效率值為 0.927345，來自變動規模無效率為 0.0727 (1-0.9273)；規模效率 TE_1^{SE} 之平均效率值達 0.954321，其無效率為 0.0457 (1-0.9543)；由第一階段 DEA 及第三階段 DEA 之生產效率值，顯示變動規模報酬之無效率是造成生產無效率之主要來源。

2. 由表 7 得知，台灣地區技專校院九十一學年度之學校類別中，在固定規模技術效率方面，私立學校略優於公立學校；且科技大學的技術效率最優，技術學院的效率次之。在變動規模技術效率方面，私立學校較優於公立學校；且科技大學的技術效率最優，專科學校的效率次之。另由規模效率而言，私立學校較優於公立學校，且科技大學的技術效率最優，技術學院的效率次之。
3. 在未調整外生環境變數之第一階段 DEA 之生產效率值($TE_1^{CRS}=0.888095$)與第三階段調整後之 DEA 的規模效率值 ($TE_3^{CRS}=0.885845$) 結果不同。此結果之原因可能為教育政策或整體教育環境的變遷對私立學校之影響，這也顯示第三階段調整的 DEA 之方法較能反映實際的總生產效率值。

表 7：技專校院九十一學年度第三階段 DEA 平均效率值統計表

產業別	效率指標	第三階段		
		TE_3^{CRS}	TE_3^{VRS}	TE_3^{SE}
全體樣本		0.885845	0.927345	0.954321
公立		0.801500	0.912000	0.881833
私立		0.908848	0.931530	0.974091
科技大學		0.972933	0.988867	0.983867
技術學院		0.882667	0.902130	0.975611
專科學校		0.810200	0.956600	0.848133

資料來源：本研究自行整理

陸、結論

一般傳統 DEA 之生產效率分析，先計算其效率值後，再利用其效率值作迴歸，分析外生環境變數對 DEA 成本效率的影響。在本文中是利用 Fried, Lovell, Schmidt and Yaisawarny (2002) 所提出之三階段調整之 DEA 法，應用於技職教育體系，第一階段以傳統 DEA 來衡量九十一學年度台灣地區技職教育體系之各體系學校的技術效率值 TE_1 ，並找出其投入的鬆弛變數 S_x ；第二階段以投入的鬆弛變數 S_x 為被解釋變數，並以學校座落、學校類別及學校隸屬等環境變數為解釋變數，再利用相似 SFA 來計算 Slack 之 U_i 的平均估計值 TEX_{nk} ，進一步可求算隨機誤差項(V)之估計值，再利用 V 及外生環境變數來調整投入變數；第三階段再以調整後投入變數帶入第一階段 DEA 來重新求算各銀行的技術效率值 TE_3 。

經由實證分析結果得知，台灣地區技專校院九十一學年度之學校類別中，在經過外生環境變數調整後，私立學校的生產效率優於公立學校；在固定規模技術效率方面，私立學校略優於公立學校；且科技大學的技術效率最優，技術學院的效率次之。在變動規模技術效率方面，私立學校較優於公立學校；且科技大學的技術效率最優，專科學校的效率次之。另由規模效率而言，私立學校較優於公立學校，且科技大學的技術效率最優，技術學院的效率次之。在未調整外生環境變數之第一階段 DEA 之生產效率值 ($TE_1^{CRS} = 0.888095$) 與第三階段調整後之 DEA 的規模效率值 ($TE_3^{CRS} = 0.885845$) 結果不同。此結果之原因可能為教育政策或整體教育環境的變遷對私立學校之影響，這也顯示第三階段調整的 DEA 之方法較能反映實際的總生產效率值。

參考文獻

1. 李昂 (民 90)。行政生產力之意義及基本特性。民 90 年 11 月 28 日，取自：
<http://www.lawstudio.idv.tw/ca05.htm>
2. 張力允 (民 88)。我國公私立大學校院經營績效之比較研究。國立中正大學會計學研究所碩士論文。
3. 教育部 (民 89)。中華民國技術及職業教育簡介。台北市：教育部。
4. 教育部 (民 90)。教育統計指標。台北市：教育部。
5. 劉耀武 (民 81)。台灣省政府試辦行政生產力衡量工作之研究。台北市：行政院研究發展考核委員會。
6. 賴仁基 (民 86)。我國綜合大學效率差益之衡量－資料包絡分析的應用。國立政治大學財政研究所碩士論文。
7. 顧志遠 (民 76)。有關非營利機關效率評估及預算再分配之整體規劃模式研究。國立清華大學工業工程研究所碩士論文。
8. Ahn, T. & Seiford, L.M. (1990). Sensitivity of DEA to Models and variable sets in a Hypothesis Test Setting : The efficiency of University Operations. In Y. Ijiri (Ed.), *Creative and Innovative Approaches to the Science of Management*. Westport CT: Greenwood Publishing Group.
9. Battese, G.E. and S.S. Broca, (1997), "Functional Forms of Stochastic Frontier Production Functions and Models for Technical Inefficiency Effects: A Comparative Study for Wheat Famers in Pakistan", *Journal of Productivity Analysis*, 8(4), pp.395-414.
10. Battese, G.E., T.J. Coelli and T.C. Colby (1989), "Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data From ICRISAT's Village Level Studies", *Journal of Quantitative Economics*, 5, pp.327-348.
11. Battese, G.E. and T.J. Coelli (1995), "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, 20(2), pp.325-32.

12. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2(6), pp.429-444.
13. Fried, H.O., C.A.K. Lovell, S.S. Schmidt and S. Yaisawarny (2002), "Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis", *Journal of Productivity Analysis*, 17, pp.157-174.
14. Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Prductivity Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General* 120, Part 3, 253-281.
15. Ganley, J.A. and J.S. Cubbin (1992), "Public Sector Efficiency Measurement: Applications of Data Envelopment Analysis", North-Holland, Amsterdam.
16. Park, B.U. and L. Simar (1994), "Efficient Semiparametric Estimation in a Stochastic Frontier Model", *Journal of the American Statistical Association*, 89(427), pp.929-36.
17. Kao & Chiang (1994). Evaluation of Janior Colleges of Technology : the Taiwan Case. *European Journal of Operational Research*, 72, 43-51.