

大學教學績效之標竿管理路徑分析 —圓錐比例層級資料包絡分析法之 應用

孔維新*、傅祖壇**

摘 要

[Extended abstract download](#)

臺灣因少子化現象加劇大學間的競爭，各校莫不積極提升教學、研究與服務表現來提高學生的就讀意願。透過標竿管理 (Benchmarking) 有系統地尋找合適的參考對象，並據以規劃績效改善的路徑，確實是一種可行的目標管理方式。過往有許多文獻利用資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 來進行標竿管理研究，然而，傳統資料包絡分析法存在兩個缺點：一、權數分配不合理，導致績效鑑別度不足；二、標竿選取不當的兩個缺點。過去雖有研究曾利用 AR-DEA 解決權數分配不合理的問題，並採用 TDEA 進行大學教學表現的效率分層。但是其 AR-TDEA 卻無法明確地找出該無效率 DMU 之逐層標竿大學，據以規劃教學效能的改善路徑。因此本研究結合圓錐比例法 (Cone-Ratio, CR) 與層級資料包絡分析法 (Tiered Data Envelopment Analysis, TDEA)，提出 CR-TDEA 模型改善上述缺點。並利用此模型針對臺灣的大學教學表現進行績效分層並據以提出改

* 國立宜蘭大學應用經濟與管理學系副教授，Email：whkong@niu.edu.tw。

** 東吳大學經濟系特聘教授，本文通訊作者，Email：tfu@scu.edu.tw。

DOI：[10.7086/TJAE.202506_\(117\).0004](https://doi.org/10.7086/TJAE.202506_(117).0004)

收件日期：113 年 12 月 2 日；修改日期：114 年 1 月 4 日；

接受日期：114 年 4 月 26 日。

善路徑規劃方法。實證結果顯示，CR-TDEA 能有效改善教學效能的鑑別度及標竿選擇的適用性，為教學效能不佳的大學提供短、中、長期的績效改善方案。本研究展示了 CR-TDEA 在教學效能提升中的實用性，並為臺灣高等教育標竿管理提供實用工具。

關鍵詞：標竿管理、資料包絡分析法、圓錐比例法、高等教育

JEL 分類代號：D24、I21、L25

大學教學績效之標竿管理路徑分析 —圓錐比例層級資料包絡分析法之 應用

孔維新、傅祖壇

壹、前言

臺灣的少子化現象促使大學間的競爭日益激烈，各大學莫不積極地提高其在教學、研究與服務等面向的表現，藉以提高學生就讀的意願以及政府、企業的資助經費。因此，透過標竿管理 (Benchmarking) 有系統地尋找合適的參考對象，並據以規劃績效改善的路徑，確實是一種可行的目標管理方式。歐盟曾於 2006 至 2008 年間提出歐洲標竿管理倡議 (European Benchmarking Initiative, EBI) 來促進高等教育管理的現代化，藉以提升歐洲高等教育機構對外國學生的吸引力，及其在國際上的知名度 (Centre for Higher Education, 2024)。Kuźmicz (2015) 亦認為標竿管理是一種非常合適高等教育機構的績效改善工具。

所謂標竿管理，Pieske (1994) 認為標竿管理是透過與經營績效最佳的組織進行比較，並從中學習改善的管理方式。Bhutta and Huq (1999) 則認為標竿管理是一種通過與其他被認為在該領域內最佳的組織進行比較，並加以改善的管理工具。而根據 EBI 的定義，所謂標竿管理是指通過學習其他表現更好的組織，來提升組織的績效的一種內部組織活動 (van Vught et al. 2008)。根據上述，尋找可供設定改善目標的參考對象是應是標竿管理的主要任務。

資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 是一種用來衡量受評決策單位

(Decision Making Unit, DMU) 間相對效率的線性規劃技術，其可區分出具有效率與不具效率的 DMU。不具效率的 DMU 們即可以具效率的 DMU 們作為學習仿效的標竿。因此，DEA 多次被使用在標竿管理的研究中，Rostamzadeh et al. (2021) 曾從 2003 年至 2020 年 2 月期間發表於高排名期刊的學術論文清單中，找到 51 篇應用 DEA 於標竿管理的學術論文。Turner (2005) 更認為 DEA 尤其適用在大學標竿管理研究。

然而 DEA 在從事標竿管理研究時可能會出現以下兩個問題。首先，DEA 允許每個 DMU 選擇對自身最有利的指標權數 (Kao and Hung, 2005; Podinovski, 2016)。例如，教學導向大學傾向對教學指標賦予較高權重，而研究型大學則偏重研究表現指標。每個 DMU 均選擇對自己有利的權重分配，使效率值達到最大。雖然客觀給予 DMU 之各指標有利的權重組合是 DEA 的重要特性，但由於這個特性，經常會產生不合理的權數分配 (Han et al., 2016)，進而於出現過多達到完全效率 (效率值等於 1) 的 DMU (Angulo-Meza and Lins, 2002)。就標竿管理而言，可作為標竿的 DMU 數量過多，易使管理者無所適從。其次，DEA 雖然可以找出表現最佳的 DMU 以作為其他表現較差 DMU 的標竿，但對於某些績效表現位於後段的 DMU 而言，要在短時間內達成與標竿 DMU 同等的成效無異是緣木求魚。也就是說，要求某個距離效率邊界很遠的 DMU 在一步之內達到邊界是不可能的，因此更合理的替代方案是通過逐步的改進來達到目標 (Lim et al., 2011)。實務上，許多組織在規劃其目標達成路徑時，也會以短、中、長期來規劃其目標。

為了避免上述兩個問題，首先，本文將採用 Charnes et al. (1989) 所提出的圓錐比例 (Cone-Ratio, CR) 法，將各教學指標的權數比例控制在某個區間之內，以避免效率值為 1 的大學過多的情形出現。其次，再透過 Barr et al. (2000) 所提出的層級 DEA (Tiered Data Envelopment Analysis, TDEA)，將大學逐層分群。TDEA 是 DEA 的一種應用方法，其操作方法乃是先識別出第一層級 (Tier 1) 的有效率 DMU。接著對未達 Tier 1 的 DMU 再做一次 DEA，找出新的第二層級 (Tier 2)。然後持續對未達上一層級的 DMU 進行 DEA，直至所有 DMU 分層完成，循此方式，可將所有 DMU 根據其技術水準區分出數個層級。同一層的大學表示其績效相同，所處的層數越多，表示其績效越差。表現不佳的大學，

在短、中期內可從前幾層的大學尋找仿效的標竿，然後再以最外層大學做為制定長期目標的標竿，逐步的改善其績效。綜合前述，本文旨在結合 Cone-Ratio 與 TDEA (簡稱 CR-TDEA)，針對在臺灣的大學根據其教學表現進行分層，並提出一種可用來規劃逐步改善方案的標竿管理模式。

貳、文獻回顧

目前已有許多文章利用 DEA 進行標竿管理研究。在運輸業方面，Quaresma Dias et al. (2009) 使用 DEA 模型分析西班牙 Iberian 港裝箱碼頭的效率表現以及標竿管理研究。研究結果顯示 Terminal XXI、Alicante、TC Leixões-N 以及 Algeciras 等 4 個集貨裝箱碼頭效率較佳，Bilbao 的效率最差。該研究認為，從標竿管理的角度來看，海港管理當局在識別出自身的優勢和劣勢後，應當識別並採用最有效的集裝箱碼頭所使用的營運方法，以提高其績效。Lim et al. (2011) 認為某些離效率邊界很遠的 DMU 不可能馬上就變得跟效率邊界上的 DMU 一樣的有效率，因此以效率邊界上的 DMU 作為標竿並不實際。為此，該研究根據 Seiford and Zhu (2003) 所提出的 context-dependent DEA¹針對亞洲 26 個集貨裝箱碼頭進行效率分層，並藉由分層的次序中建構出一套標竿管理路徑。Sharma et al. (2016) 利用 DEA 針對印度 16 條鐵路運輸的服務績效進行標竿管理研究。該研究認為透過 DEA 不僅可以分析印度各區鐵路服務的表現，還能做為鐵路服務提供者從事改善工作時的監督工具。

就金融業而言，Hubrecht-Deville (2007) 使用 DEA 針對法國某一大型銀行集團底下的分行進行標竿管理分析。該文指出標竿管理是一個複雜且強大的決策工具，而透過 DEA 所開發的總體生產力指標，將有助於企業進行標竿管理。Karbassi Yazdi and Abdi (2017) 使用 DEA 針對伊朗的 13 家銀行 (10 家公營，3 家民營) 進行標竿管理分析，其研究結果

¹ context-dependent DEA 的概念與 Barr et al. (2000) 提出的 TDEA 相同。

僅有 4 家公營銀行是有效率的。就標竿管理而言，作者們認為由於政府的支持，公營銀行的表現遠優於民營銀行。如果政府想將公營部門和政府經濟轉移到民營部門和自由經濟，它必須像支持公營銀行一樣支持民營銀行。此外，此篇研究另針對 DEA 權數分配不合理的問題，採用了 Rembrandt 法來加以修正。

服務業方面，Álvarez-Rodríguez et al. (2019) 結合 DEA 與生命週期分析 (Life Cycle Assessment, LCA) 針對西班牙的 30 家零售業者進行標竿管理分析，以評估這 30 家零售業者的營運與環境效率。作者們認為 DEA + LCA 是衡量效率與設定標竿的有用工具。並發現 30 家零售業者的平均效率在 0.6 以上，1/3 的零售業者達到完全效率。平均每家零售業者仍有減少 3% 電力與 26% 蠟紙的改善空間。就製造業而言，Zaare Tajabadi and Daneshvar (2023) 針對 38 家公司的供應鏈，利用 DEA 與交叉效率 DEA 找出標竿 (有效率的 DMUs) 和潛在有效率 DMUs，並建議潛在有效率的 DMUs 可微調其各項投入進而達到有效率。在公共事業方面，Ozcan et al. (2004)，利用 DEA 針對 12 家社區心理健康中心進行標竿管理分析，該文除了使用基本的 DEA 之外，另以 CR 法限制投入產出的權數。比較基本 DEA 與 CR-DEA 的結果發現，CR-DEA 之下的達到完全效率的中心數明顯少於基本 DEA 之下達到完全效率的中心數，可見 CR-DEA 能產生更具鑑別力的效率結果。在運動產業亦曾有學者利用 DEA 來進行標竿管理分析，Alcaraz et al. (2019) 利用 TDEA，將 18 個歐洲國家精英職業高爾夫球員進行效率分群與標竿管理分析，並針對無效率的國家提出了一個逐步程序，為無效率國家識別出通向效率邊界的路徑。

根據上述可見，以 DEA 進行標竿管理被廣泛的應用在各行各業，而在教育方面亦有數篇類似的研究。Gourishankar and Sai Lokachari (2012) 透過 DEA 來比較印度 28 個州和 7 個聯邦屬地的教育發展效率並對其進行標竿管理分析。為了加強 DEA 的辨別力，使用了交叉效率模型。並使用多元回歸分析確定了影響效率的因素。該文提供了使用投入資源以提升教育發展並隨之改善州效率的建議。同時確立了四個評估州教育成就進展的四個要素，分別為財務充足性、學校基礎設施的強度、教育質量和教育的可及性。Cook et al. (2017a) 使用 Cook and Zhu (2007) 所提出的組內共同架構 DEA，針對西班牙公立大學的

研究績效進行標竿管理分析，該研究發現，大部分的西班牙大學的標竿為 Universidad Complutense de Madrid (UCM) 和 Universidad de Santiago de Compostela (USC) 兩所大學，甚至有些大學僅以 UCM 為標竿，可見 UCM 在西班牙公立大學的標竿管理中扮演著重要的角色。Alam et al. (2023) 挑選了美國 18 個工業工程系，該文首先以 DEA 模型評估這 18 個系的效率值，為效率較低的系找出標竿。接著，識別各系效率不足之處。最後，對於效率較低的系，引入一個決策支持系統，以優化資源配置，改善效率。該研究發現，18 個系中有 5 個被確定為效率不佳，並為這些系找到對應的標竿以及提供改進建議。

過去亦有些許研究將 TDEA 應用在高等教育的績效評估上，例如 Johnes (2018) 採用了英國 The Complete University Guide 的 10 個指標，包括：入學標準、學生滿意度、研究品質、研究密度、畢業生前景、師生比、學術服務花費、設備費用、學位取得等資料，應用 TDEA 將英國 128 家學校，共區分了 6 個層級之學校效率群。孔維新與傅祖壇 (2024) 則有鑑於傳統 DEA 出現完全效率 DMU 過多的情況，以及效率點估計值間差異顯著性及分群判定上之困難等兩個問題。因此將用來提升效率鑑別力的保證區域資料包絡分析法 (Assurance regions Data Envelopment Analysis, AR-DEA) 與用來進行效率分層的 TDEA 進行結合提出 AR-TDEA，藉以針對臺灣大學教學績效進行評估與分層。

無庸置疑地，以 DEA 為大學進行標竿管理分析是合適的。但同時我們也發現，在前述的標竿管理研究中有些研究有考慮到權數分配不合理而導致有效率 DMU 太多的問題，例如：Ozcan et al. (2004) 與 Karbassi Yazdi and Abdi (2017)。有些則有意識到對於離效率邊界很遠的無效率 DMU，要求其以效率邊界上的 DMU 為標竿並不實際，因此透過 TDEA 或 context-dependent DEA 來建構效率逐步改進路徑，例如 Lim et al. (2011) 與 Alcaraz et al. (2019)。但是大多數的高等教育標竿管理研究並沒有考慮這兩個問題。雖然孔維新與傅祖壇 (2024) 曾同時處理這兩個問題，但是其所使用 AR-TDEA 必須以乘數形式 (multiplier form) 的 DEA 來進行效率評估，乘數形式 DEA 無法明確地為無效率 DMU 指出該以那些有效率 DMU 作為其標竿。若要明確指出標竿 DMU 則必須使用包絡形式 (envelopment form) 的 DEA 來進行效率評估。因此，為克服此一問題，本研究提出搭配

包絡形式 DEA 的 CR-TDEA，以作為標竿管理研究方法，將可彌補教育機構標竿管理研究上的空白。

參、研究方法

一、DEA

DEA 是由 Charnes et al. (1978) 所提出，因為最初提出 DEA 的三位學者為 Charnes、Cooper 和 Rhodes，因此 Charnes et al. (1978) 所提出的 DEA 又稱為 CCR 模型，其線性規劃方程式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u,v} \quad & \mu = \sum_{m=1}^M u_m y_{mi} \\
 \text{subject to,} \quad & \sum_{k=1}^K v_k x_{kn} = 1 \\
 & \sum_{m=1}^M u_m y_{mi} \leq \sum_{k=1}^K v_k x_{kn}, \quad n = 1, 2, \dots, N \\
 & u_m \geq 0, v_k \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

式 (1) 中 y_{mi} 代表 DMU i 的第 m 項產出， x_{kn} 代表 DMU k 的第 n 項投入，共有 M 種產出， K 種投入。 u 與 v 則分別為 y 與 x 的權數， μ 則為介於 0 至 1 之間效率值。透過式 (1) 每個 DMU 將找到能讓 μ 極大的 u 與 v 。因此，式 (1) 也被稱為乘數形式。然而，在求解式 (1) 時，需在 $N+1$ 個限制式下求解極大值，當 DMU 數較多時，可能會產生求解上的困難，故許多研究者會偏好限制式數較少²的包絡形式進行求解，其方程式如下：

² 對偶式的限制式數為 $M+K$ ，通常會小於乘數式的限制式數 $N+1$ 。

$$\begin{aligned}
& \underset{\theta, \lambda}{Min} \quad \theta \\
& \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y_{mn} \geq y_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\
& \quad \quad \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n x_{kn} \geq \theta x_{ki}, \quad k = 1, 2, \dots, K \\
& \quad \quad \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N
\end{aligned} \tag{2}$$

式 (2) 中 θ 是效率值，代表 DMU i 到至邊界投入之射線距離。效率值等於 1 代表完全效率，就標竿管理而言，效率值為 1 的 DMU 即為標竿的候選者。 λ 則是同儕權數，值得注意的是，並非所有解出的最適 λ^* 均會大於 0，有些最適 λ^* 將為 0。那些具有 $\lambda_n^* > 0$ 特性之 DMU 即為 DMU i 之參考集合。以圖 1 為例，該圖中有 A、B、C、D、E、F 六個 DMU 的投入組合，每個 DMU 皆以 X_1 與 X_2 兩種投入來生產單一產出 Y ，由圖 1 可知 DMU A 為無效率，因為其投入使用量尚有改善空間，其兩種投入應同比例的從 A 點縮減至 A* 點方能達到完全效率，而 A* 點會落在 B 點與 E 點之間。這表示極小化之最適同儕權數解為 $\lambda_B > 0$ ， $\lambda_E > 0$ ，且 $\lambda_A = \lambda_C = \lambda_D = \lambda_F = 0$ 。對 DMU A 而言，位於效率邊界上的 DMU B 與 DMU E，即是 DMU A 改善效率的參考對象，換言之 DMU B 與 DMU E 是 DMU A 的標竿。以此類推，DMU D 與 DMU C 的標竿皆為 DMU B。Cook et al. (2017a) 與 Alam et al. (2023) 皆是依循此原則，來為那些無效率的大學及科系找尋標竿。

此外，有時無效率 DMU 可能會有兩個以上的參考標竿，本研究建議可以 λ 值來做判斷，以圖 1 為例，由於 A* 較靠近 E 點，故 $\lambda_B = 0.4375$ ， $\lambda_E = 0.5625$ 。表示 A 的特性與 E 較為相近，以 DMU E 作為 DMU A 的標竿來設定改進目標，對 DMU A 而言是較容易的。

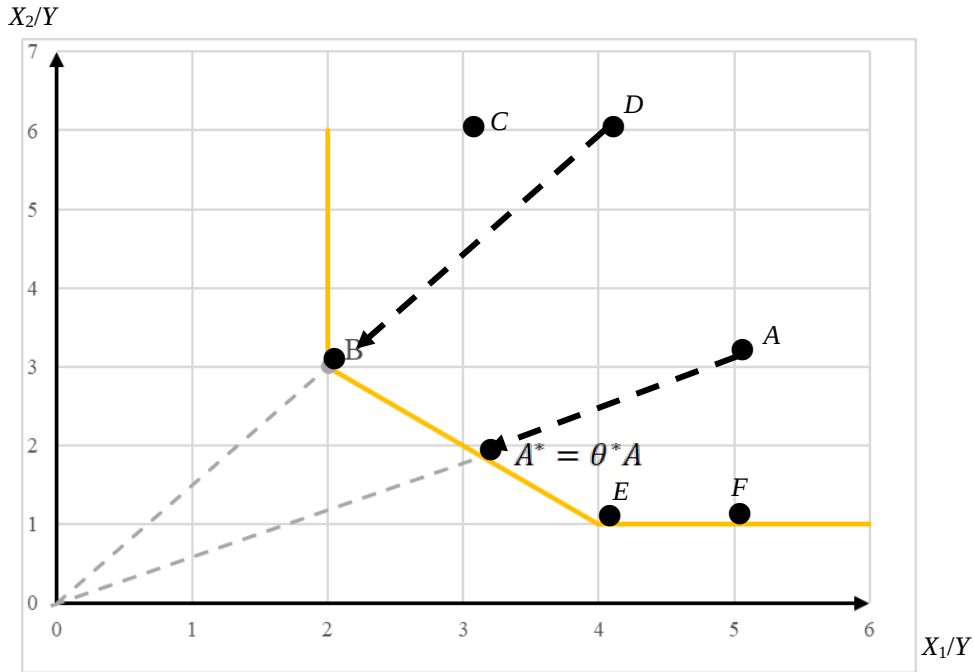


圖 1 投入導向 DEA

然而，由於大學在設定改善目標時，並不會特別考量需投入多少，通常會僅就某些指標的達成情形進行規劃，例如大學會設定註冊率應提高多少的目標，但並不會考量平均每投入 1 元的營運費用應提升多少註冊率。亦即就大學標竿管理而言，在意的是效能 (effectiveness)，而非效率 (efficiency)。因此本研究不考慮投入項，也就是說本研究所用來計算大學教學績效的 DEA 沒有投入項，本研究依循 Lovell and Pastor (1999)，一個沒有投入項的產出導向 DEA 可設定如下：

$$\begin{aligned}
& \underset{\Phi, \lambda}{\text{Max}} \quad \Phi \\
& \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y_{mn} \geq \Phi y_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\
& \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N \\
& \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n = 1
\end{aligned} \tag{3}$$

根據 Lovell and Pastor (1999) 的證明，沒有投入項的 CCR 解出的效率值都會是最小的效率值，因此必需加入限制式 $\sum_{n=1}^N \lambda_n = 1$ ，亦即以 BCC 模式³方能求得正確的效率值，代表中 $1 \leq \Phi < \infty$ ，當 $\Phi = 1$ 時代表有效能，表示產出不須再擴大即在效能邊界上，若 $\Phi = 2$ ，表示所有的產出必須同時乘以 2 才能達到效能邊界。雖然 $1 \leq \Phi < \infty$ 但通常會以 $1/\Phi$ 來代表效能值 (Coelli et al, 2005)，因此本研究後續呈現之效能值會是介於 0 至 1 的數值。數值越大代表效能越高，反之越小。

二、權數受限制的 DEA

爲了解決 DEA 權數分配不合理導致完全效率值 DMU 過多的問題，某些研究開始在權數上進行限制，例如 Thompson et al. (1986)、Dyson and Thanassoulis (1988)、Cook and Kress (1990)、Green et al. (1996) 等。較常見的權數限制的方式有三種，分別是 1.絕對權數限制法 (Absolute weights restrictions, AWR)，2.保證區域法 (Assurance regions, AR) 以及 3.圓錐比例法 (Cone-Ratio, CR)。以下就這 3 種方法進行介紹：

³ BCC 模式由 Banker et al. (1984) 所提出，由於 CCR 假設生產函數爲固定規模報酬，Banker et al. (1984) 認爲此假設與實際不符，故提出可處理變動規模報酬的 DEA，因爲該文的作者爲 Banker、Charnes、Cooper 等 3 人，因此又稱爲 BCC 模式。

1. AWR-DEA

AWR 最初是由 Dyson and Thanassoulis (1988) 提出，AWR 乃是直接對權數形式中的產出權數 (u) 直接設一個下界，例如 $u \geq k$ ，但應用此法於 DEA 的文獻並不常見。且 Podinovski (2001) 證明 AWR 可能無法正確的定義最大的相對效率值。

2. AR-DEA

AR 則是由 Thompson et al. (1986) 所提出，這種方法是令投入間、產出間或者是投入產出間的比例需界於某個區間。我們將此概念以式 (4) 表現， u_1 與 u_2 分別為產出 1 (y_1) 與產出 2 (y_2) 的權數， L 是兩個產出權數比例的下界， U 則為比例的上界。將式 (4) 加入式 (1) 的限制式中，即為 AR-DEA。

$$L \leq \frac{u_1}{u_2} \leq U \quad (4)$$

許多研究曾以 AR-DEA 來處理權數分配不合理的問題，例如 Taylor et al. (1997) 用其評估墨西哥銀行的效率與獲利能力。Lai et al. (2015) 用其來評估 24 個主要國際機場的效率表現。Wu et al. (2021) 則使用 AR-DEA 來評估 125 個國家的能源安全表現。在教育機構的相關文獻中，Kong and Fu (2012) 曾使用該法來評估臺灣商學院的經營績效。

3. CR-DEA

然而，AR-DEA 雖然可以處理權數分配不合理的議題，但只能用在乘數形式，本文的主要目的在於找出標竿，乘數形式無法估計 λ ，因此無法定義標竿。顯然 AR-DEA 無法應用在標竿管理的研究中。Charnes et al. (1989) 所提出的 CR 法正好可以解決此問題。CR 可透過資料轉換的方式來達到權數限制的效果，其概念與 AR 相近 (Thanassoulis et al.,

2004)°。以式 (4) 為例，此時產出權數 u_i 將屬於一個錐形集合 U 中： $U = \{u \mid Cu \geq 0, u \geq 0\}$ ，其中

$$C = \begin{bmatrix} -1 & U \\ 1 & -L \end{bmatrix} \text{ and } u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \leftrightarrow U = \begin{cases} -u_1 + Uu_2 \geq 0 \\ u_1 - Lu_2 \geq 0 \end{cases}$$

U 同樣亦可以被定義為 $U = \{u \mid u = \sum_{k=1}^K \beta_k b_k \leftrightarrow B^T \beta, \beta \geq 0\}$ ，其中 $B^T = (C^T C)^{-1} C^T$ 。接著，再以 B 矩陣用來轉換原始的產出 y ，得到一個新的產出向量 $y' = By$ 。最後，再利用轉換後的 y' 取代式 (3) 的 y 得到式 (5)，以式 (5) 進行效率計算亦可計算出權數比例受限後的效率值。也就是說，透過 CR 法進行資料轉換，讓獲得標竿與權數分配不合理等兩個議題，都能獲得解決。

$$\begin{aligned} & \underset{\Phi, \lambda}{Max} \quad \Phi \\ & \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y'_{mn} \geq \Phi y'_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n = 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Brockett et al. (1997) 以 CR-DEA 針對 16 家位於德州的大型銀行以及 5 家不在德州的大型銀行進行效率評估。其研究結果發現，CCR 之下，在 1984 年時僅有 5 家銀行沒有效率，因此產生許多的標竿銀行，有些無效率銀行的標竿銀行多達 5 家。但改以 CR-DEA 進行效率估計，1984 年達到完全效率的銀行僅剩 5 家，可供無效率銀行參考的銀行家數也少了許多，大多數的無效率銀行之標竿銀行家數減少至 1 至 2 家。就標竿管理而言，可供參考的標竿太多，可能會使得改善目標之訂定變得困難。可見 CR-DEA 比傳統 DEA 更適合用在標竿管理的研究。

三、TDEA 與改善路徑之建構

本文將使用 TDEA 根據各大學的教學績效進行分層。TDEA 是 DEA 的一種應用，本文利用圖 2 來說明 TDEA 分層的 3 個步驟。步驟 1：對圖 2 中的 6 個 DMU 進行 DEA 分析。並找出位於邊界上的 DMU (亦即效率值等於 1 的 DMU)，圖 2 中的 B、E、F 等 3 個 DMU 即為第一層。步驟 2：將步驟 1 中 3 個效率分數為 1 的 DMU 從數據集中移除。然後再對圖 2 中剩餘的 3 個 DMU 再做一次 DEA。找出位於新的邊界上的 DMU，圖 2 中的 DMU A 與 DMU C 即是第二層。步驟 3：重複以上步驟，直到所有 DMU 都達到完全效率。

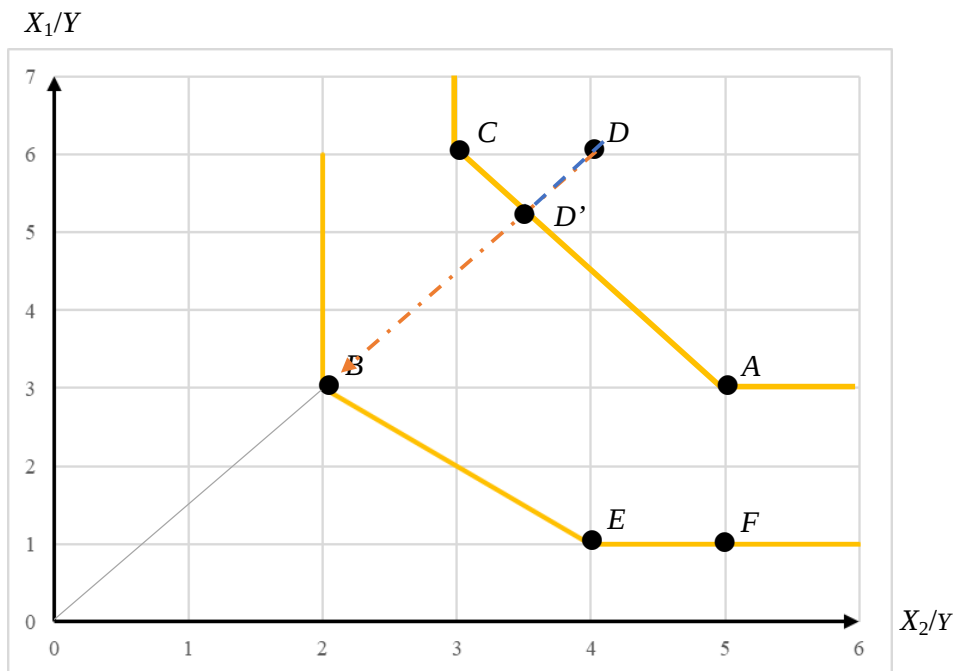


圖 2 投入導向 TDEA

根據圖 2 可知，這 6 個 DMU 共分層 3 層。第 1 層包含 B 、 E 、 F 等 3 個 DMU，第 2 層則有 A 、 C 兩個 DMU，第 3 層僅有 DMU D ，可知 DMU D 的效率最差。如果 DMU D 認為無法經由改善立即達到第 1 層的表現。其可以第 2 層中的 DMU 作為標竿。由於 DMU D 往原點之投射將落於第 2 層邊界上的 D' ， D' 為 A 、 C 兩點的加權平均。DMU A 與 DMU C 皆為候選標竿，但 C 與 D' 較接近，因此短期內以 DMU C 作為主要的參考標竿應較為恰當。而若要訂定長期目標，由於 DMU D 往原點之投射正好落於第 1 層邊界上的 B 。因此，就長期而言，DMU D 可以 DMU B 作為其看齊的標竿。如此一來，DMU D 的改善路徑 ($D \rightarrow C \rightarrow B$)，便得以建構起來。所有第一層以外的 DUM 都可以透過此方法，來規劃其改善路徑。

肆、資料與權數設定

一、指標選取與資料來源

在指標之選取方面，根據孔維新與傅祖壇 (2024) 的回顧，過去文獻用來評估教學績效的指標眾多且繁雜，大致上可分為五個面向。1.教學資源，例如生師比、學校圖書資源、每生獲得經費、教師學歷等。2.學生評價，例如課程滿意度。3.學生在學時的成就，例如學生升級率、學生在學成績、就學穩定度、價值提升等。4.學生畢業後的成就，例如雇主滿意度、畢業後繼續順利升學或就業的比例、畢業生就業率等。5.教師在教學方面的努力，例如教學實踐研究計畫件數、大專生國科會專題計畫年度核定件數等。有些資料可透過教育主管機關的資料庫或該大學的公開資訊中獲得，例如註冊率。但有些需要透過調查才能獲得，例如學生或雇主的滿意度或畢業生表現。不同的研究根據研究者的偏好及研究資源採用不同的指標來衡量教學績效。

上述某些指標確實能直接反映教學績效，例如雇主滿意或畢業生表現，有些指標在

教學表現的呈現比較間接，例如圖書資源等。本研究礙於研究資源限制，僅能從目前政府公開資料中選取適合的指標。因此參考在臺灣頗具知名度的遠見大學排名之設定，以註冊率，師生比⁴，學校圖書、非書資料及現期書報總數，近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額，學士班就學穩定率，教育部教學實踐研究計畫件數，教育部教學實踐研究計畫每師平均件數，大專生國科會專題計畫年度核定件數，大專生國科會專題計畫每師平均件數以及取得輔系與雙主修之畢業生比例等 10 個細項教學指標。所有資料均從大專院校校務資訊公開平臺中取得，其中除取得輔系與雙主修畢業生比例為 110 學年度外，其餘各項指標均為 111 學年度的數據，各項指標之說明如表 1。

二、篩選受評估大學

由於一些學校規模太小，可能會導致某些數據無法充分反映真實的教學表現。例如，某所面臨經營困難的大學，在 111 學年度，其日間部學生僅剩 32 人，而專任教師卻有 18 人，導致師生比為 0.5625，遠高於國立臺灣大學的 0.066。若將其納入評比，該經營困難之大學可能會獲得不錯的名次，顯然與現況不符。因此，必須將這類小規模的學校刪除之後，再來進行評比。為此，本研究參考遠見雜誌的篩選標準，僅將學制學生數超過 3,000 人，且助理教授以上教師人數超過 150 人的大學納入評比。經過篩選後，最終有 85 所大學被納入本研究的評估對象。

⁴ 遠見雜誌採用師生比，代表表示平均每位老師須教授學生數，理論上越小越好，但其餘 9 個指標都是越大越好，然進行 DEA 時必須確保每個指標具有同向性，因此本研究改以師生比做為評估指標，師生比越大越好。

表 1 教學績效細項指標

指標名稱	說明	單位
註冊率	$\left[\frac{\text{全校總量內新生招生核定名額之實際註冊人數} + \text{全校境外(新生)學生實際註冊人數}}{\text{全校總量內核定新生招生名額} - \text{全校新生保留入學資格人數} + \text{全校境外(新生)學生實際註冊人數}} \right] * 100\%$	%
師生比	專任教師總數/日間學制學生	數值
學校圖書、非書資料及現期書報總數	紙本圖書收藏冊數+期刊合訂本(未以紙本圖書編目)+電子資源可使用量+視聽資料+現期書報	數值
近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	107-109 學年度購買圖書經費加總/107-109 學年度學生數	元/生
學士班就學穩定率	$(\text{當學年度 2 年級在學學生} / \text{前一學年度錄取 1 年級在學學生}) * 100\%$	%
教育部教學實踐研究計畫件數	自教育部教學實踐研究計畫中核定結果中，自行篩選出 110 學年度各校件數	件
教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	根據 111 學年度核定結果/111 學年度全校所有教師總數(專任教師數)	件/師
大專生國科會專題計畫年度核定件數	自國科會學術補助獎勵查詢大專學生計畫，篩選出 111 學年度各校件數	件
大專生國科會專題計畫每師平均件數	111 學年度各校件數/111 學年度全校所有教師總數	件/師
取得輔系與雙主修之畢業生比例	篩選出四年制畢業生，將(輔系+雙主修人數)/所有畢業生數	數值

資料來源：大專校院校務資訊公開平臺。

三、資料處理與權數設定

(一)資料標準化

此外，由於指標間的單位不同，若欲對權數進行限制卻不對指標進行轉換，可能會出現問題，例如近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額的單位是金額，師生比的單位是比例。不能直接設定比例的權數大於或小於經費的權數。因此必須針對指標的數據進行轉換，本研究參考 Cook et al. (2017b) 的作法，將所有的指標除以該指標的最大值，去除單位的影響後，以標準化後的指標進行效能計算。

(二)權數設定

根據 Thanassoulis et al. (2004) 的歸納，DEA 權數範圍設定方式有以下五種：(1)使用價格與成本的資訊；(2)以未限制權數 DEA 所獲得的權數作為參考，這個方法乃由 Roll et al. (1991) 所提出，主要是先執行一個未限制權數的 DEA，即可獲得每個投入、產出項的權數，然後再由這些投入、產出項的權數中主觀挑選適合的範圍作為上下界；(3)以表現優秀之 DMU 的權數作為權數設定依據，例如 Brockett et al. (1997) 使用了一組被專家認定為優秀的銀行來做為權數設定的參考；(4)根據專家意見；(5)使用估計的平均邊際轉換率作為權數設定參考，這種方式以投入作為應變數，多個產出作為自變數，然後進行迴歸分析，以各產出變數所估計出來的係數的比例，來代表各產出權數間的比例關係。

然而，本研究沒有高等教育機構的價格與成本資訊。再者，專家意見需要進行問卷調查，在預算限制之下難以執行。若要以優秀的 DMU 的權數作為設定的參考依據，認定優秀的高等教育機構，還是需要專家的協助。而若要使用估計的平均邊際轉換率作為權數設定參考，該種方法雖然可以獲得績效指標間的權數比例關係，但無法設定權數比

例的上下界。而且本研究的績效評估模型並沒有投入項，無法進行迴歸分析。綜上所述，僅能以「(2)以未限制權數之 DEA 所獲得的權數作為參考」此一方法來設定本研究的指標權數範圍。以下為本研究的設定權數之步驟。

步驟 1：執行未限制權數之 DEA，並列出各績效指標的權數

由於本研究預計以未限制權數之 DEA 所獲得的權數作為指標權數範圍設定之參考，故需先找出各 DMU 在未受限制權數之乘數，因此先以未受限制權數之乘數形式 DEA 求得在未限制權數下之各教學指標的權數，然由於本研究用來評估各校績效的模型不含投入要素，故其用來找尋權數的乘數形式 DEA 亦不包含投入要素，其模型設定如式 (6) 所示，式 (6) 中之各項符號的定義則與式 (1) 相同。

$$\begin{aligned} \underset{u}{Max} \quad & \mu = \sum_{m=1}^M u_m y_{mi} \\ \text{subject to} \quad & \sum_{k=1}^K u_m y_{mi} \leq 1 \\ & u_m \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

這種不考慮投入項的 DEA，又稱為 Benefit of the Doubt (BOD)。近年來已有某些研究將 BOD 應用於高等教育機構或人員的績效評估，例如 Szuwarzyński (2019) 使用 BOD 來估計澳洲 37 所公立大學的研究績效。又如 Bas et al. (2022) 使用 BOD 來評估西班牙瓦倫西亞理工大學 (Universitat Politècnica de València, UPV) 的教師在教學、研究與管理層面的綜合表現。

執行式 (6) 後可以發現，有許多指標的權數為 0 (詳見附表 2)，甚至有些 DMU 僅有一個指標被賦予權數，這也是 DEA 常被詬病的問題之一。也因為權數分配的不合理，經常會出現過多達成完全效率 (效能值等於 1) 的 DMU，產生排序鑑別力不足的問題。以本研究為例，若未限制指標權數有 29 家大學的效能值為 1，佔樣本大學的 29/85，超過 1/3 的大學達到完全效能顯然並不合理。

步驟 2：挑選權數 0 最少的指標，並將其權數與其他指標的權數相除

由於本研究要先找出各指標權數間比例的上下界，故需以一個指標的權數作為基準，將其除以其他指標的權數。如果基準指標的權數太多 0，權數比例將會出現很多的 0 或無定義 (0 除以 0) 的情況，若有太多的 0 或無定義，可用來設定上下界的集合將會變得很小。本研究發現「學士班就學穩定率」的權數出現 0 的次數最少 (請參見附表 2)。因此本研究以「學士班就學穩定率」作為基準指標將其權數除以其他指標的權數，「學士班就學穩定率」權數除以其他各指標權數後的結果詳見附表 3。

步驟 3：刪除無定義與 0，並從剩下的比例中選取上下界

由於 0 與無定義無法作為權數比例的上下界，因此須將其刪除，從剩下的權數比例中挑選上下界。本研究設定了 3 組權數比例上下界，第 1 組是以比例的最大值為上界，最小值為下界。第 2 組是以比例的最二大值為上界，最二小值為下界。第 3 組是以比例的最三大值為上界，最三小值為下界。各組的上下界列於表 2。由表 2 可知，「學士班就學穩定率/大專生國科會專題計畫年度核定件數」至第三組時，上下界已經相等，再取第四大值與第四小值為上下界時，可能會出現下界小於上界的情形，故只取三組。另外，本研究也曾嘗試以平均加減 1 個標準差或兩個標準差來設定上下界，但本研究發現許多組指標間的權數比例值過於分散，導致其標準差大於平均數，下界將出現負數，故無法採用此法來設定權數比例之上下界。

就表 2 看來，本研究發現學士班就學穩定率除以其他各項指標後的數值，不論是上界或下界皆大於 1，表示學士班就學穩定率是相當重要的指標。另比較表 2 中 9 個指標比例上下界，以學士班就學穩定率/註冊率的數值最小，表示註冊率亦是相當重要的指標。因此，預期學生就學穩定度與註冊率表現較佳的大學將會獲得較佳的教學效能表現評價。

表 2 權數比例上下界

學士班就學穩定率冊率	學士班就學穩定率師生比	學士班就學穩定率學校圖書、非書資料及現期書報總數	學士班就學穩定率近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	學士班就學穩定率教育部教學實踐研究計畫件數	學士班就學穩定率教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	學士班就學穩定率大專生國科會專題計畫年度核定件數	學士班就學穩定率大專生國科會專題計畫每師平均件數	學士班就學穩定率取得輔修之系與雙主修之畢業生比例	
第1組 上界	69.643	1838.327	329.667	190.750	463.500	1527.642	2550.238	332.000	331.333
第1組 下界	3.317	10.469	20.600	3.124	6.695	2.633	36.038	14.133	9.422
第2組 上界	65.267	330.000	246.500	121.875	124.875	871.000	249.000	249.250	329.333
第2組 下界	3.462	22.581	58.588	11.974	13.113	5.048	110.889	17.167	9.901
第3組 上界	25.289	141.714	199.200	110.333	89.727	333.000	199.400	139.714	117.857
第3組 下界	5.030	25.895	71.615	30.344	13.580	9.862	199.400	19.396	19.000

表 3 不同權數比例限制下之教學績效值敘述統計量

	第 1 組	第 2 組	第 3 組	未限制權數
效能值=1 之家數	14	12	11	29
平均數	0.9528	0.9518	0.9498	0.9593
標準差	0.0472	0.0477	0.0488	0.0474
變異係數	0.0495	0.0501	0.0514	0.0494

伍、實證結果

一、不同權數限制下之教學效能

本研究利用 CR 法，根據表 2 所列之 3 組權數比例上下界，進行資料轉換。並將轉換後的 3 組指標以式 (5) 進行教學效能值計算，其結果之敘述統計量如表 3 的前 3 欄。另外本研究亦將未經轉換之指標以式 (3) 進行教學效能值計算，其結果之敘述統計量如表 3 的第 4 欄。從表 3 可見，未限制權數的情況下，完全效能 (效能值=1) 的大學家數 (29 家)，明顯多於權數限制後的完全效能家數。而且當權數比例限制的範圍越窄，達完全效能的大學家數越少，第 1 組權數之下，達完全效能的大學家數有 14 家。第 2 組權數之下，達完全效能的大學家數有 12 家。第 3 組權數之下為 11 家。進一步將各種效能值的標準差除以平均值獲得變異係數，以觀察各組效能值的離散程度。變異係數由大至小排列，第 3 組 (0.0514) > 第 2 組 (0.0501) > 第 1 組 (0.0495) > 未限制權數 (0.0494)。第 3 組權數限制下所計算出來的效能值為 1 的大學家數最少，效能值的離散程度越大。換言之，第 3 組權數限制所計算出的效能排序鑑別度最好。

表 4 呈現第 1 組、第 2 組、第 3 組以及未限制權數等四種計算方式所得之效能值的 Spearman 排序相關係數。從表 4 可見，四種效能計算方式之間，所獲得的效能值相關性都非常高，最小相關係數仍高達 0.8933，第 1 到第 3 組各自的效能值與未限制權數的效能值相關係數皆在 0.9 左右。第 1 組、第 2 組、第 3 組，彼此間的相關性則皆高於 0.988。顯見在這三種權數比例限制之下所呈現的效能排序資訊是十分類似的。不論是用哪一組權數比例上下界，得到的結果將十分接近。基於效能鑑別度越大越好的原則，後續本研究將以第 3 組的權數比例限制轉換所得之指標，來進行後續的分析並據以探討教學效能改善路徑。

表 4 各組教學績效值之排序相關係數

	第 1 組	第 2 組	第 3 組	未限制權數
第 1 組	1			
第 2 組	0.9944	1		
第 3 組	0.9889	0.9962	1	
未限制權數	0.9059	0.8974	0.8933	1

二、未限制與限制權數下之標竿分析

在進行分層之前，本研究將未限制權數與第 3 組權數比例限制之下，各大學之參考標竿分列於表 5 與表 6，藉以探討限制權數是否會影響標竿分析結果。比較表 5 與表 6，可以發現有顯著的不同。就表 5 而言，在未限制權數的情況下，多數無效能的大學，其參考標竿達 4 個以上，甚至有一些無效能大學的參考標竿多達 6 個，例如 U4、U10、U11。在未限制權數的情況下，被當作參考標竿最多次的大學為 U14 (國立臺北大學)⁵，第 2 多的大學為 U82 (長庚科技大學)。就表 6 而言，在限制權數的情況下，多數無效能的大學，參考標竿降低至 2 至 3 個，頂多 4 個。而且被當作參考標竿的大學也少很多。在限制權數的情況下，被當作參考標竿最多次的大學為 U3 (國立臺灣大學)，第 2 多的大學為 U1 (國立政治大學)。

顯然在權數受到限制的情況下，無效能大學的參考標竿大學家數較少，設定改善目標時較為容易。反之，權數未受到限制的情況下，各無效能大學的參考標竿大學家數較多，設定改善目標時較為困難。此外，就目前各界認為國立臺灣大學與國立政治大學的評價，普遍高於國立臺北大學與長庚科技大學。似乎，權數限制之下所獲得的結果較為合理。

⁵ 各代號所對應之校名請見附表 1 所示。

表 5 unlimited 權數下各校之參考標竿

大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿
U1	U1	U23	U13 U17 U68 U76 U82	U45	U2 U28 U39 U68	U67	U14 U28 U42 U82
U2	U2	U24	U1 U2 U9 U19 U28 U82	U46	U46	U68	U68
U3	U3	U25	U14 U28 U42 U68 U82	U47	U14 U28 U68 U82	U69	U14 U28 U82
U4	U1 U3 U5 U9 U31 U82	U26	U14 U28 U42 U82	U48	U14 U42 U82	U70	U14 U82
U5	U5	U27	U2 U14 U28 U39 U68	U49	U14 U42 U68	U71	U14 U82
U6	U6	U28	U28	U50	U50	U72	U9 U19 U22 U42 U68
U7	U7	U29	U13 U28 U68	U51	U28 U42 U82	U73	U14 U28
U8	U8	U30	U14 U28 U82	U52	U3 U14 U28 U82	U74	U14 U28
U9	U9	U31	U31	U53	U5 U13 U17 U46 U61	U75	U14 U82
U10	U1 U2 U5 U13 U61 U82	U32	U5 U13 U31 U82	U54	U3 U14 U19 U82	U76	U76
U11	U1 U3 U14 U28 U42 U82	U33	U14 U28 U42 U68 U82	U55	U14 U82	U77	U14 U82
U12	U14 U19 U42 U68 U82	U34	U3 U5 U31 U42 U68	U56	U3 U14 U31 U42 U82	U78	U14 U42
U13	U13	U35	U19 U22 U28 U42 U82	U57	U14 U28 U82	U79	U14
U14	U14	U36	U36	U58	U14 U28 U82	U80	U14 U28
U15	U3 U14 U42 U68 U82	U37	U1 U3 U5 U17 U31 U68	U59	U14 U28	U81	U14
U16	U14 U19 U28 U42 U82	U38	U1 U3 U17 U28 U68 U76	U60	U3 U7 U61 U82	U82	U82
U17	U17	U39	U39	U61	U61	U83	U14
U18	U14 U28 U42 U68	U40	U40	U62	U3 U14 U28 U68 U82	U84	U14 U28
U19	U19	U41	U41	U63	U13 U22 U68	U85	U14 U28 U82
U20	U20	U42	U42	U64	U14 U28 U82		
U21	U3 U14 U28 U42 U82	U43	U1 U3 U14 U28 U82	U65	U3 U14 U28		
U22	U22	U44	U44	U66	U14 U28 U42 U68		

表 6 限制權數下各校之參考標竿

大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿	大學 代號	參考標竿
U1 U1		U23 U1	U3 U82	U45 U1	U3	U67 U3	U14 U82
U2 U2		U24 U1	U3 U82	U46 U3	U5	U68 U1	U3 U82
U3 U3		U25 U1	U14 U82	U47 U3		U69 U1	U3
U4 U1	U3 U9 U82	U26 U1	U14 U82	U48 U3		U70 U1	U3 U14 U82
U5 U5		U27 U1	U3	U49 U1	U3 U14	U71 U14	U82
U6 U3		U28 U1	U3 U14 U82	U50 U5		U72 U1	U3 U19
U7 U1	U2 U3	U29 U1	U3 U82	U51 U3		U73 U3	U14 U82
U8 U3		U30 U3	U14 U82	U52 U1	U3 U14 U82	U74 U3	
U9 U9		U31 U3	U5 U22	U53 U2	U5 U61	U75 U3	
U10 U1	U3 U9 U82	U32 U5	U22 U82	U54 U1	U3 U14	U76 U3	U5
U11 U1	U3 U82	U33 U1	U3 U14 U82	U55 U3		U77 U1	U3 U14
U12 U1	U3 U14	U34 U3	U5 U22	U56 U3	U5 U82	U78 U3	
U13 U5	U9 U82	U35 U1	U3 U82	U57 U1	U3	U79 U1	U3
U14 U14		U36 U3		U58 U3		U80 U3	
U15 U1	U3 U82	U37 U3	U5	U59 U1	U3	U81 U1	U3
U16 U1	U3 U14 U82	U38 U1	U3 U82	U60 U3	U61	U82 U82	
U17 U3	U5 U82	U39 U1	U3 U82	U61 U61		U83 U1	U3 U14
U18 U1	U82	U40 U3	U5	U62 U1	U3 U82	U84 U1	U3
U19 U19		U41 U3		U63 U1	U3 U82	U85 U3	U14 U82
U20 U1	U3 U14 U82	U42 U1	U3 U14 U82	U64 U1	U3		
U21 U3	U14 U82	U43 U1	U3	U65 U3	U14		
U22 U22		U44 U2	U61	U66 U3			

然而另一個問題是，即使在權數受到限制的情況下，要求一個效能非常差的大學根據表 6 所建議的標竿大學進行改善，可能不合乎實際。以 U71 為例，權數受到限制的情況下 U71 的效能是 85 所大學中最差，若根據表 6，其參考標竿應為 U14 與 U82。比較 U71、U14 與 U82 的教學績效指標 (見表 7)，U71 在多項指標上與另兩校差距顯著，尤其在註冊率與學生就學穩定度等廣受關注的指標上。若要求 U71 短期內達到與 U14、U82 相同的水準，似有不切實際之處。因此進一步利用 TEDA 將各所大學進行分層，並根據分層結果來規畫改善路徑，其結果如往後的兩個小節所示。

三、分層結果

由於普通大學與技職院校的教學目標不盡相同，不同系統間的大學不宜相互做為參考，因此本研究進一步將分層的結果拆成技職院校與普通大學兩個子集合來呈現。表 8 為技職院校的分層結果，表 9 則為普通大學的分層結果。根據實證結果本研究將教學效能分為 13 層，各代號所對應之校名請見附表 1 所示，表 8 來看，第 1 層中有 4 家技職院校，其中 3 家國立，1 家私立。從表 9 來看，第 1 層中普通大學有 7 所，其中以國立大學居多，佔了 6 家，私立大學 1 家，從比較表 8 與表 9 的前 3 層，發現普通大學的家數遠多於技職院校，並且國立多於私立。不論是普通大學或是技職院校層級越往後面私立大學的比例就越高，第 8 層之後，技職院校的家數明顯高於普通大學，而且全部都是私立。就遠見雜誌 2023 大學排名所公布的大學教學表現排名 (見表 10) 來看，前 30 名中國立普通大學佔 17 名，國立科技大學佔 3 名，私立大學佔 8 名，私立科技大學佔 2 名。可見本研究之結果與媒體排名相當一致，皆是國立優於私立，普通大學優於科技大學。顯見本研究之分層結果應屬合理。

表 7 U71、U14、U82 之教學績效指標

教學績效指標	U71	U14	U82
註冊率(%)	74.11	94.92	98.1
師生比	0.041	0.05	0.065
學校圖書、非書資料及現期書報總數	486,380	1,701,809	1,168,609
近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	1,405.046	2,932.95	1,806.455
學士班就學穩定率(%)	77.53	97.03	96.53
教育部教學實踐研究計畫件數	3	6	29
教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	0.0132	0.0157	0.0876
大專生國科會專題計畫年度核定件數	0	23	6
大專生國科會專題計畫每師平均件數	0	0.06	0.0181
取得輔系與雙主修之畢業生比例	0	0.072	0

表 8 分層結果_技職院校

第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 4 層	第 5 層	第 6 層	第 7 層
U19	U34	U20	U26	U72	U85	U67
U22		U32		U21	U52	
U31				U56	U30	
U82						
第 8 層	第 9 層	第 10 層	第 11 層	第 12 層	第 13 層	
U64	U75	U78	U80	U59	U83	
U73	U79	U65	U70		U74	
U63	U58	U81			U71	
		U84				
		U69				

表 9 分層結果_普通大學

第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 4 層	第 5 層	第 6 層	第 7 層
U1	U7	U10	U18	U16	U12	U49
U2	U28	U17	U29	U62	U25	U54
U3	U68	U37	U38	U60	U15	U46
U5	U39	U11	U45	U33	U23	
U9	U42		U76	U27		
U14	U44		U24	U43		
U61	U4		U35			
	U8		U41			
	U13					
	U6					
	U40					
	U50					
	U53					
	U36					
第 8 層	第 9 層	第 10 層	第 11 層	第 12 層	第 13 層	
U51	U48	U47		U77	U55	
U66		U57				
		U69				

表 10 遠見雜誌 2023 教學表現排名前 30 名

排名	校名	排名	校名	排名	校名
1	國立臺灣大學	11	國立中央大學	21	國立臺北教育大學
2	國立成功大學	12	長庚大學	22	國立雲林科技大學
3	臺北醫學大學	13	國立政治大學	23	亞洲大學
4	中國醫藥大學	14	國立彰化師範大學	24	中山醫學大學
5	國立清華大學	15	長庚科技大學	25	銘傳大學
6	國立中山大學	16	國立臺灣海洋大學	26	逢甲大學
7	高雄醫學大學	17	國立東華大學	27	國立臺中教育大學
8	國立陽明交通大學	18	國立臺灣科技大學	28	明志科技大學
9	國立臺灣師範大學	19	國立中正大學	29	國立暨南國際大學
10	國立中興大學	20	國立臺北科技大學	30	臺北市立大學

資料來源：遠見雜誌 455 期

四、改善路徑

根據前述，若未分層對於距離效能邊界很遠的大學而言，要其以邊界上的大學為標竿，並不實際。但經過 TDEA 的分層，效能表現不佳的大學可以挑選不同層級的大學作為其階段性的仿效標竿。以 U71 為例，由於 U71 為技職院校，因此，其可參考表 8 中其他層級較高的技職院校作為改善參考。就短期而言，假設 U71 欲從第 9 層中尋找標竿，根據表 8 顯示，第 9 層中的技職院校有 U75、U79 以及 U58，但這 3 所技職院校僅有 U79 的 $\lambda > 0$ ，其他兩所技職院校的 λ 皆為 0，表示 U79 的屬性與 U71 較為接近，因此可選擇 U79 作為短期仿效的標竿。從表 11 可見，U79 的多數教學指標優於 U71，但差距不大。若短期內以 U79 作為教學效能改善的標竿，應是十分合理的目標。

表 11 U71、U79 之各項教學績效表現

教學績效指標	U71	U79
註冊率(%)	74.11	76.22
師生比	0.041	0.039
學校圖書、非書資料及現期書報總數	486,380	585,003
近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	1,405.046	1,445.86
學士班就學穩定率(%)	77.53	90.27
教育部教學實踐研究計畫件數	3	3
教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	0.0132	0.012
大專生國科會專題計畫年度核定件數	0	1
大專生國科會專題計畫每師平均件數	0	0.004
取得輔系與雙主修之畢業生比例	0	0.009

而就中期而言，U71 或許可參考較更前面幾層的大學，例如第 5 層，根據表 8 顯示，第 5 層的技職院校有 U72、U21 與 U56，但其中僅 U72 的 $\lambda > 0$ ，其他兩所大學的 λ 皆為 0，表示 U72 的屬性與 U71 較為接近，因此可選擇 U72 作為中期仿效的標竿。從表 12 可以看出 U71 與 U72 的差距又更大了一些，適合做為其中期改善的標竿。就長期而言，根據表 9 顯示，在第 1 層中可供 U71 參考標竿之技職院校有 U19、U22、U31 與 U82，其中僅有 U82 的 $\lambda > 0$ ，其他三所大學的 λ 皆為 0，表示 U82 的屬性與 U71 較為接近，因此可選擇 U82 作為長期仿效的參考標竿。

根據前面分析結果，本研究建議 U71 之改善路徑如圖 3 所示。短期可以 U79 為標竿，中期以 U72 為標竿，長期而言則朝 U82 邁進，逐步改善其教學效能。循此改善路徑，建議大學部就學穩定率短期內 U71 的應從 77.53% 上升至 90.27%，中期再從 90.27% 上升至 93%，最終提升至 96.53%。其他非屬第一層之技職院校，亦可透過此法逐步且務實找到其各階段的仿效標竿，並規畫出其改善路徑。

表 12 U71 與 U72 在各項教學績效表現

教學績效指標	U71	U72
註冊率(%)	74.11	96.12
師生比	0.04	0.05
學校圖書、非書資料及現期書報總數	486,380	1,385,329
近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	1,405.046	3,443.82
學士班就學穩定率(%)	77.53	93.00
教育部教學實踐研究計畫件數	3	10
教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	0.0132	0.049
大專生國科會專題計畫年度核定件數	0	22
大專生國科會專題計畫每師平均件數	0	0.107
取得輔系與雙主修之畢業生比例	0	0

規劃期程	目前	短期	中期	長期
標竿大學	—	U79	U72	U82
目標學士班就學穩定率	77.53%	90.27	93.00%	96.53%

圖 3 U71 之教學績效改善路徑

就普通大學而言，同樣可以依此邏輯來為效能不佳之普通大學找出改善路徑，以 U55 為例，短期而言，假設 U55 欲從第 9 層中尋找標竿大學，根據表 9 顯示，第 9 層中的僅有 U48，因此可選擇 U48 作為短期仿效的標竿。而就中期而言，U55 或許可參考較更前面幾層的大學，例如第 5 層，根據表 9 顯示，第 5 層中有 U16、U62、U60、U33、U27 以及 U43，其中 U62 與 U33 的 $\lambda > 0$ ，其餘大學的 λ 皆為 0，又 U33 的 λ 值 (0.753) 大於 U62 的 λ 值 (0.118)，表示 U62 較 U33 更適合作為 U55 中期的仿效標竿。就長期而言，根據表 9 顯示，在第 1 層中 U55 可參考標竿之普通大學有 U1、U2、U3、U5、U9、U14 與 U61，其中僅有 U3 的 $\lambda > 0$ ，其他大學的 λ 皆為 0，因此可選擇 U3 作為長期仿效的參

考標竿。綜上所述，U55 短期而言可以 U48 作為改進的仿效標竿，中期以 U33 作為仿效標竿，長期以 U3 作為仿效標竿。

本研究將 U55、U48、U33 與 U3 在各項教學績效表現列於表 13，可以發現若根據傳統 DEA 的結果，將建議 U55 以 U3 為改善標竿，但從表 13 的各項數據來看，U55 與 U3 在大部份的教學績效指標皆相去甚遠，要求其在短期內達成與 U3 相近的表現，恐不切實際。但若建議其循序漸進，例如短期內要求其學士班就學穩定率從目前的 82.94%，成長至 89.53%，中期成長至 94.92%，最終達到長期的 95.75%。從這樣的路徑來看，短期內要求其進步幅度大，中長期的進步幅度會隨著成長空間逐漸縮小而變小。可見根據本研究提出的改善路徑所設定的目標值，亦相當切合實際。

表 13 U55、U48、U33 與 U3 在各項教學績效表現

教學績效指標	U55	U48	U33	U3
註冊率(%)	46.27	64.97	85.93	99.9
師生比	0.050	0.043	0.047	0.066
學校圖書、非書資料及現期書報總數	884,551	1,328,094	1,234,853	8,229,008
近三年學校購買圖書資料費其每生平均金額	931.95	1,653.25	2,058.17	6,884.33
學士班就學穩定率(%)	82.94	89.53	94.92	95.75
教育部教學實踐研究計畫件數	2	8	13	25
教育部教學實踐研究計畫每師平均件數	0.0094	0.0158	0.0367	0.0119
大專生國科會專題計畫年度核定件數	1	31	28	224
大專生國科會專題計畫每師平均件數	0.0047	0.0611	0.0791	0.1068
取得輔系與雙主修之畢業生比例	0.006	0.004	0.018	0.056

陸、結論與建議

一、結論

本文利用 CR-TDEA 對臺灣 85 家大學的教學績效進行標竿管理分析，解決了傳統 DEA 在選取標竿時面臨的兩大問題：一、傳統 DEA 因各大學選擇對自己最有利的指標權數，導致出現完全效率 DMU 過多的情況。二、對於距離效率邊界很遠的無效率 DMU，要求其以邊界上 DMU 作為標竿，從而設定改善目標並不務實。雖然孔維新與傅祖壇 (2024) 曾以 AR-DEA 來處理第一項問題，並利用 TDEA 進行大學教學表現之效率分層。但是其 AR-TDEA 卻無法明確地找出該無效率 DMU 之逐層標竿大學，據以規劃教學效能的改善路徑。鑑此，本文之 CR-TDEA 旨在解決前述 AR-TDEA 缺失，利用 CR-TDEA，我們除了可以對臺灣的大學教學表現進行效能分層外，且能判定逐層合適的標竿大學，並據此提出可逐步改善方案的標竿管理模式。

研究結果表明，若不對指標權數做任何限制，將會出現權數分配極端，並導致教學效能值為 1 的大學家數高達 29 家。然而，當權數利用 CR 法進行限制後，效能值為 1 的大學家數大幅減少至 11-13 家，效能鑑別度獲得大幅度的提升。此外，本研究亦發現在權數受到限制的情況下，無效能大學的參考標竿大學家數較少，設定改善目標時較為容易。反之，權數未受到限制的情況下，各無效能大學的參考標竿大學家數較多，設定改善目標時較為困難。顯示 CR-DEA 較傳統 DEA 更適合用於標竿分析。

接著，本研究進一步利用 CR-TDEA 進行分層，共分 13 層。將前 3 層的大學樣態與 2023 遠見大學教學表現前 30 名進行比對，發現排序相當一致皆為國立優於私立，普通大學優於科技大學。顯見本研究之分層結果應屬合理。

最後，本研究亦根據分層結果幫助效能不佳的大學進行改善路徑規劃，以位於效能

較差的最後一層的 U71 為例，若在未分層的情況下 U71 將以 U14 與 U82 做為標竿，但由於 U71 與 U14、U82 的教學績效指標的差距甚大，U71 在短時間內達到與 U14、U82 相同的水準似乎非常困難。根據分層結果，本研究認為 U71 短期內可以 U79 為標竿大學。中期則可以 U33、U62 以及 U72 為標竿大學，其中又以 U33 為主要參考對象。長期而言，可以 U14 與 U82 為標竿大學，其中又以 U14 為主要參考對象。如此一來，一條短中長期的 U71 改善路徑便可達成。根據此路徑，U71 的學士班就學穩定率改善路徑可設定為，短期內從 77.53% 上升至 90.27%，中期再從 90.27% 上升至 93%，最終將註冊率提升至 96.53%。這種循序漸進的改善目標設定方式，比一開始設定一個超高的標竿來的更為務實。其他非屬第一層之大學亦可透過此法，逐步且務實找到其各階段的仿效標竿，並規畫出其改善路徑。

總結而言，本研究提出的 CR-TDEA 方法能提升效能鑑別度，並依據教學效能對大學進行分層。由此，教學效能不佳的大學可根據現有資源與能力，逐層選取合適的標竿大學，務實規劃效能改善路徑。為大學教學績效的標竿管理提供了一個更具鑑別力和實用性的工具，並為後續研究在大學研究、服務等方面的效能標竿管理分析提供了基礎。

二、建議

此外，根據本研究之結果，提出下列五點在後續研究以及教學績效改善方面之建議：首先，對於後續相關研究，建議未來能夠進一步擴展此方法的應用範圍，讓大學效能評估之研究能夠更為完整。其次，就教學績效指標的選取而言，建議可投入更多的資源，蒐集到更能代表教學績效的指標資料，例如：畢業生表現或雇主滿意度，讓評估的結果更貼近現況。第三，對於教學績效不佳的大專院校而言，建議可以參考本研究之結果。從不同層級中，找到適合的標竿學習對象，針對各項教學績效指標，訂定適合自己且合理的短中長期目標，逐步改善教學績效。

第四，就本研究的結果來看「學士班就學穩定率」與「註冊率」的權重較其他指標

來的重，表示此兩個指標對於教學績效有較大之影響。因此建議在進行教學績效改善時，應花較多心力於提升「學士班就學穩定率」與「註冊率」的表現。最後，建議政府未來在挑選校務評鑑或系所評鑑委員時，或許可以參考本研究之分級結果，挑選績效層級優於被評鑑學校但差距不大之大學校務主管擔任評鑑委員，或許更能提供給被評鑑學校更為合理的評價，並給出更切合實際需求的建言。

附 錄

附表 1 受評估大學之代號與校名對照

代號	校名	代號	校名	代號	校名	代號	校名
U1	國立政治大學	U23	國立臺東大學	U45	元智大學	U67	弘光科技大學
U2	國立清華大學	U24	國立宜蘭大學	U46	中華大學	U68	中國醫藥大學
U3	國立臺灣大學	U25	國立聯合大學	U47	大葉大學	U69	健行科技大學
U4	國立臺灣師範大學	U26	國立虎尾科技大學	U48	義守大學	U70	正修科技大學
U5	國立成功大學	U27	國立臺南大學	U49	世新大學	U71	萬能科技大學
U6	國立中興大學	U28	國立臺北教育大學	U50	銘傳大學	U72	明志科技大學
U7	國立陽明交通大學	U29	國立臺中教育大學	U51	實踐大學	U73	嶺東科技大學
U8	國立中央大學	U30	國立勤益科技大學	U52	朝陽科技大學	U74	中國科技大學
U9	國立中山大學	U31	國立臺中科技大學	U53	高雄醫學大學	U75	中臺科技大學
U10	國立臺灣海洋大學	U32	國立臺北商業大學	U54	南華大學	U76	亞洲大學
U11	國立中正大學	U33	國立屏東大學	U55	真理大學	U77	開南大學
U12	國立高雄師範大學	U34	國立高雄科技大學	U56	南臺科技大學	U78	臺南應用科技大學
U13	國立彰化師範大學	U35	臺北市立大學	U57	崑山科技大學	U79	中華醫事科技大學
U14	國立臺北大學	U36	東海大學	U58	嘉南藥理大學	U80	德明財經科技大學
U15	國立嘉義大學	U37	輔仁大學	U59	樹德科技大學	U81	僑光科技大學
U16	國立高雄大學	U38	東吳大學	U60	慈濟大學	U82	長庚科技大學
U17	國立東華大學	U39	中原大學	U61	臺北醫學大學	U83	臺北城市科技大學
U18	國立暨南國際大學	U40	淡江大學	U62	中山醫學大學	U84	文藻外語大學
U19	國立臺灣科技大學	U41	中國文化大學	U63	龍華科技大學	U85	致理科技大學
U20	國立雲林科技大學	U42	逢甲大學	U64	輔英科技大學		
U21	國立屏東科技大學	U43	靜宜大學	U65	明新科技大學		
U22	國立臺北科技大學	U44	長庚大學	U66	長榮大學		

附表 2 無限制權數 DEA 所計算出各指標權數

註冊率 (%)	師生比	學校圖書、非 書資料及現 期書報總數	近三年學校 購買圖書資 料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率(%)	教育部教學 實踐研究計 畫件數	教育部教學 實踐研究 計畫每師 平均件數	大專生國科 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題計 畫每師平 均件數	取得輔系與 雙主修之畢 業生比例
U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
U2	0	0	0.353	0	0	0.797	0	0	0	0
U3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
U4	0	0.018	0	0.969	0.04	0.003	0	0.018	0.023	0.023
U5	0	0	0.143	0	0.972	0	0	0	0	0
U6	0.947	0.075	0	0	0	0.043	0	0.013	0	0
U7	0.953	0.062	0.024	0	0	0	0	0	0	0
U8	1	1.93E-05	0	0	0	1.614E-05	0	1.22E-05	0	0
U9	0.916	0.059	0	0	0.039	0	0	0.092	0	0
U10	0	0.02	0.077	0.922	0.021	0.076	0	0	0.033	0.033
U11	0.014	0	0.008	0.975	0.024	0	0	0.01	0.01	0.01
U12	0.101	0.015	0	0.894	0	0.004	0	0.02	0.02	0
U13	0.436	0	0.374	0	0.005	0.625	0	0.11	0.11	0.306
U14	0	0	0	0.99	0	0.021	0	0	0	0.02
U15	0	0.021	0	0.986	0.011	0	0	0.019	0.019	0
U16	0.101	0.014	0	0.894	0	0.004	0	0.02	0.02	0
U17	0	0.8	0.304	0	0.095	0.587	0	0	0	0.515
U18	0	0	0.009	0.993	0	0.004	0	0.021	0.021	0
U19	0.225	0	0	0.779	0	0.005	0	0	0	0
U20	0.038	0	0	0.961	0.011	0	0	0.009	0.009	0
U21	0	0	0.005	0.996	0.013	0	0.004	0.003	0.003	0
U22	0.968	0	0	0	0.019	0.01	0	0.065	0.065	0

附表 2 unlimited DEA 所計算出各指標權數 (續)

	註冊率 (%)	師生比	學校圖書、非 書資料及現 期書報總數	近三年學校 購買圖書資 料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率(%)	教育部教學 實踐研究計 畫件數	教育部教學 實踐研究 計畫每師 平均件數	大專生國科 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題 計畫平均 件數	取得輔系與 雙主修之畢 業生比例
U23	0	0.081	0	0	0.848	0	0.168	0	0.06	0.09
U24	0.164	0	0	0.015	0.825	0	0.023	0	0.019	0.007
U25	0.1	0.015	0	0	0.895	0	0.004	0	0.02	0
U26	0	0	0	0	0.997	0.013	0	0.005	0.004	0
U27	0	0.003	0	0.026	0.99	0	0.004	0	0.013	0
U28	0	0	0	0.029	0.988	0	0.007	0	0.014	0.003
U29	0	0	0	0	0.96	0	0.064	0	0.047	0
U30	0	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0
U31	0.643	0	0	0	0	0.318	0.221	0	0	0
U32	0.8	0	0	0	0	0.13	0.215	0	0	0.168
U33	0	0.019	0	0	0.987	0.011	0	0.000387	0.019	0
U34	0	0	0	0	0.937	0.069	0.014	0.026	0.042	0
U35	0.127	0.000475	0	0	0.874	0	0.008	0	0.016	0
U36	0.021	0	0.743	0	0	0	0.926	0	0.197	0
U37	0	0	0.013	0	0.931	0.071	0.02	0	0.048	0.049
U38	0	0	0.045	0	0.927	0.002	0.094	0	0.054	0.043
U39	0.015	0	0	0.01	0.979	0	0.004	0	0.02	0
U40	0	0	0.362	0	0	0.806	0	0	0	0.774
U41	0	0	0.792	0	0	0	0.94	0	0	0
U42	0	0	0	0	0.975	0.012	0.032	0	0.036	0
U43	0	0	0	0.018	0.989	0.022	0.0006474	0	0	0.009
U44	0	0	0.382	0.921	0	0	0	0	0	0.391

附表 2 unlimited 權數 DEA 所計算出各指標權數 (續)

註冊率 (%)	師生比	學校圖書、非 書資料及現 期書報總數	近三年學校 購買圖書資 料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率(%)	教育部教學 實踐研究計 畫件數	教育部教學 實踐研究計 畫每師 平均件數	大專生國科 會專題 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題 計畫年度 核定件數	取得輔系與 雙主修之畢 業生比例
U45	0	0	0.028	0.989	0	0.006	0	0.014	0	0
U46	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
U47	0	0.031	0	0.983	0	0.006	0	0.018	0	0
U48	0	0	0	0.998	0.013	0	0.009	0	0	0
U49	0	0	0	0.994	0	0	0	0.026	0.003	0
U50	0	0	0	0	0.292	0.845	0	0.21	0	0
U51	0	0	0	0.995	0.016	0	0	0.01	0	0
U52	0	0.01	0	0.996	0.013	0	0	0.003	0	0
U53	0	0	0.225	0.703	0.105	0.267	0	0	0.071	0
U54	0.134	0.006	0	0.871	0	0.001	0	0	0	0
U55	0	0.038	0	0.984	0	0	0	0	0	0
U56	0	0.003	0	0.989	0.027	0	0	0.01	0.013	0
U57	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0	0
U58	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0	0
U59	0	0	0	0.999	0	0.007	0	0	0	0
U60	0	0.043	0.032	0.971	0	0.009	0	0	0	0
U61	0	0	0.817	0	0	0.822	0	0	0	0
U62	0	0.037	0.022	0.978	0	0.006	0	0.007	0	0
U63	0.927	0	0	0	0	0.096	0	0.107	0	0
U64	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0	0
U65	0	0.017	0	0.996	0	0.007	0	0	0	0
U66	0	0.007	0	0.992	0	0.005	0	0.023	0	0

附表 2 unlimited DEA 所計算出各指標權數 (續)

註冊率 (%)	師生比	學校圖書、非 書資料及現 期書報總數	近三年學校 購買圖書資 料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率(%)	教育部教學 實踐研究計 畫件數	教育部教學 實踐研究 計畫每師 平均件數	大專生國科 會專題 計畫年度 核定件數	大專生國科 會專題計畫 每師平均 件數	取得輔系與 雙主修之畢 業生比例
U67	0	0	0	0.997	0.013	0	0.005	0.004	0
U68	0	0	0	0	0	0	0	1	0
U69	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0
U70	0	0.038	0	0.984	0	0	0	0	0
U71	0	0.038	0	0.984	0	0	0	0	0
U72	0.23	0	0.004	0.763	0	0.013	0	0.031	0
U73	0	0	0	0.999	0	0.007	0	0	0
U74	0	0	0	0.999	0	0.007	0	0	0
U75	0	0.038	0	0.984	0	0	0	0	0
U76	0	0	0	0	0	0.995	0	0.326	0
U77	0	0.038	0	0.984	0	0	0	0	0
U78	0	0	0	0.996	0	0	0	0.023	0
U79	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U80	0	0	0	0.999	0	0.007	0	0	0
U81	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U82	0.629	0	0	0	0	0.591	0	0	0
U83	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U84	0	0	0	0.999	0	0.007	0	0	0
U85	0	0	0	0.999	0.008	0.003	0	0	0

附表 3 「學士班就學穩定率」權數除以其他各指標權數後的結果(續)

學士班就學 穩定率/學 註冊率	學士班就 學穩定率/學 師生比	學士班就學 穩定率/學校 圖書、非書資 料及現期書 報總數	學士班就學 穩定率/學校 圖書、非書資 料及現期書 報總數	學士班就學 穩定率/三年 學費平均金額	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫件 數	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫每 師平均件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫年度 核定件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫每師 平均件數	學士班就學 穩定率/取得 輔系與雙主 修之畢業生 比例
U18 無定義	無定義	無定義	無定義	110.3333	無定義	248.25	無定義	47.28571	無定義
U19 3.462222	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	155.8	無定義	無定義	無定義
U20 25.28947	無定義	無定義	無定義	無定義	87.36364	無定義	無定義	106.7778	無定義
U21 無定義	無定義	199.2	無定義	無定義	76.61538	無定義	249	332	無定義
U22 0	無定義	無定義	無定義	無定義	0	0	無定義	0	無定義
U23 無定義	10.46914	無定義	無定義	無定義	無定義	5.047619	無定義	14.13333	9.422222
U24 5.030488	無定義	無定義	無定義	55	無定義	35.86957	無定義	43.42105	117.8571
U25 8.95	59.66667	無定義	無定義	無定義	無定義	223.75	無定義	44.75	無定義
U26 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	76.69231	無定義	199.4	249.25	無定義
U27 無定義	330	無定義	無定義	38.07692	無定義	247.5	無定義	76.15385	無定義
U28 無定義	無定義	無定義	無定義	34.06897	無定義	141.1429	無定義	70.57143	329.3333
U29 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	15	無定義	20.42553	無定義
U30 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義
U31 0	無定義	無定義	無定義	無定義	0	0	無定義	無定義	無定義
U32 0	無定義	無定義	無定義	無定義	0	0	無定義	無定義	0
U33 無定義	51.94737	無定義	無定義	無定義	89.72727	無定義	2550.238	51.94737	無定義
U34 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	13.57971	66.92857	36.03846	22.30952	無定義

附表3 「學士班就學穩定率」權數除以其他各指標權數後的結果(續)

學士班就學 學穩定率/學 註冊率	學士班就學 穩定率/學 師生比	學士班就學 穩定率/圖書、非 報總數	學士班就學 穩定率/學校 資料及現期書	學士班就學 穩定率/圖書 資料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫件 數	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫每 師平均件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫年度 核定件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫每師 平均件數	學士班就學 穩定率取得 輔系與雙主 修之畢業生 比例
U35 6.88189	1838.327	無定義	無定義	無定義	無定義	109.25	無定義	54.625	無定義
U36 0	無定義	0	0	無定義	無定義	0	無定義	0	無定義
U37 無定義	無定義	71.61538	71.61538	無定義	13.11268	46.55	無定義	19.39583	19
U38 無定義	無定義	20.6	20.6	無定義	463.5	9.861702	無定義	17.16667	21.55814
U39 65.26667	無定義	無定義	無定義	97.9	無定義	244.75	無定義	48.95	無定義
U40 無定義	無定義	0	0	無定義	0	無定義	無定義	無定義	0
U41 無定義	無定義	0	0	無定義	無定義	0	無定義	無定義	無定義
U42 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	81.25	30.46875	無定義	27.08333	無定義
U43 無定義	無定義	無定義	無定義	54.94444	44.95455	1527.642	無定義	無定義	109.8889
U44 無定義	無定義	0	0	0	無定義	無定義	無定義	無定義	0
U45 無定義	無定義	無定義	無定義	35.32143	無定義	164.8333	無定義	70.64286	無定義
U46 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	0	無定義	無定義	無定義
U47 無定義	31.70968	無定義	無定義	無定義	無定義	163.8333	無定義	54.61111	無定義
U48 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	76.76923	無定義	110.8889	無定義	無定義
U49 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	38.23077	331.3333
U50 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	0	0	無定義	0	無定義
U51 無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	62.1875	無定義	無定義	99.5	無定義

附表 3 「學士班就學穩定率」權數除以其他各指標權數後的結果(續)

	學士班就學 學穩定率/學 註冊率	學士班就學 穩定率/學校 圖書、非書資 料及現期書 報總數	學士班就學 穩定率/學校 圖書、非書資 料及現期書 報總數	學士班就學 穩定率/三年 學費平均金額	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫件 數	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫每 師平均件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫年度 核定件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫每師 平均件數	學士班就學 穩定率/取得 輔系與雙主 修之畢業生 比例
U52	無定義	無定義	99.6	無定義	76.61538	無定義	無定義	332	無定義
U53	無定義	無定義	無定義	3.124444	6.695238	2.632959	無定義	無定義	9.901408
U54	6.5	無定義	145.1667	無定義	無定義	871	無定義	無定義	無定義
U55	無定義	25.89474	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U56	無定義	無定義	329.6667	無定義	36.62963	無定義	無定義	98.9	76.07692
U57	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義
U58	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義
U59	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	142.7143	無定義	無定義	無定義
U60	無定義	22.5814	無定義	30.34375	無定義	107.8889	無定義	無定義	無定義
U61	無定義	無定義	無定義	0	無定義	0	無定義	無定義	無定義
U62	無定義	26.43243	無定義	44.45455	無定義	163	無定義	139.7143	無定義
U63	0	無定義	無定義	無定義	無定義	0	無定義	0	無定義
U64	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義
U65	無定義	無定義	58.58824	無定義	無定義	142.2857	無定義	無定義	無定義
U66	無定義	141.7143	無定義	無定義	無定義	198.4	無定義	43.13043	無定義
U67	無定義	無定義	無定義	無定義	76.69231	無定義	199.4	249.25	無定義
U68	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	0	無定義

附表3 「學士班就學穩定率」權數除以其他各指標權數後的結果(續)

學士班就學 學穩定率/學 註冊率	學士班就學 穩定率/學 師生比	學士班就學 穩定率/圖書、 報總數	學士班就學 穩定率/學校 報總數	學士班就學 穩定率/圖書 資料費其每生 平均金額	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫件 數	學士班就學 穩定率/教育 部教學實踐 研究計畫每 師平均件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫年度 核定件數	學士班就學 穩定率/大專 生國科會專 題計畫每師 平均件數	學士班就學 穩定率取得 輔系與雙主 修之畢業生 比例
U69	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義
U70	無定義	25.89474	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U71	無定義	25.89474	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U72	3.317391	無定義	無定義	190.75	無定義	58.69231	無定義	24.6129	無定義
U73	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	142.7143	無定義	無定義	無定義
U74	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	142.7143	無定義	無定義	無定義
U75	無定義	25.89474	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U76	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	0	無定義	0	無定義
U77	無定義	25.89474	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U78	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	43.30435	無定義
U79	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U80	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	142.7143	無定義	無定義	無定義
U81	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U82	0	無定義	無定義	無定義	無定義	0	無定義	無定義	無定義
U83	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義
U84	無定義	無定義	無定義	無定義	無定義	142.7143	無定義	無定義	無定義
U85	無定義	無定義	無定義	無定義	124.875	333	無定義	無定義	無定義

附表 4 第 9 層各校之參考標竿

學校代號	參考標竿			學校代號	參考標竿		
U47	U75	U48	U58	U74	U75	U79	
U48	U48			U75	U75		
U55	U75			U77	U75	U79	
U57	U79	U58		U78	U75	U79	
U58	U58			U79	U79		
U59	U75	U79	U58	U80	U75	U79	U58
U65	U79	U58		U81	U75	U79	
U69	U79	U58		U83	U79		
U70	U79	U58		U84	U79	U58	
U71	U79						

附表 5 第 5 層各校之參考標竿

學校代號	參考標竿					學校代號	參考標竿			
U12	U72	U16	U33			U62	U62			
U15	U62	U33	U21			U63	U72	U21		
U16	U16					U64	U33			
U21	U21					U65	U33			
U23	U62	U33	U21	U43	U56	U66	U33			
U25	U16	U33				U67	U16	U33	U21	
U27	U27					U69	U33	U21		
U30	U16	U33	U21			U70	U72	U62	U33	
U33	U33					U71	U72	U62	U33	
U43	U43					U72	U72			
U46	U62	U21	U56			U73	U16	U33		
U47	U62	U33				U74	U33			
U48	U33					U75	U62	U33		
U49	U16	U33				U77	U62	U33		
U51	U33	U21	U56			U78	U33			
U52	U62	U21	U43			U79	U33			
U54	U16	U33				U80	U33			
U55	U62	U33				U81	U33			
U56	U56					U83	U33			
U57	U33					U84	U33			
U58	U33					U85	U16	U33	U21	
U59	U33									
U60	U60									

參考文獻

一、中文部分

孔維新與傅祖壇，2024，「臺灣高教院校之教學績效排名探討：層級保證區域資料包絡分析法之應用」，應用經濟論叢，115:47-101。(Kong, W. H. and T. T. Fu, 2024, “Investigating Teaching Performance Ranking of Higher Education Institutions in Taiwan: An Application of the Tiered Assurance Region Data Envelopment Analysis”, *Taiwan Journal of Applied Economics*, 115: 47-101.)

二、英文部分

Alam, T. E., A. D. González, and S. Raman, 2023, “Benchmarking of Academic Departments Using Data Envelopment Analysis (DEA)”, *Journal of Applied Research in Higher Education*, 15(1): 268-285.

Alcaraz, J., J. T. Pastor, D. Pastor, and F. del Campo, 2019, “Evaluating the Emergence of Elite Professional Golfers in Europe with Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Human Movement*, 43: 145-166.

Álvarez-Rodríguez, C., M. Martín-Gamboa, and D. Iribarren, 2019, “Combined use of Data Envelopment Analysis and Life Cycle Assessment for Operational and Environmental Benchmarking in the Service Sector: A Case Study of Grocery Stores”, *Science of the Total Environment*, 667: 799-808.

Angulo-Meza, L. and M.P.E. Lins, 2002, “Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis”, *Annals of Operations Research*, 116: 225-242.

Barr, R. S., M. L. Durchholz, and L. Seiford, 1994, “Peeling the DEA Onion: Layering and

- Rank-ordering DMUs Using Tiered DEA”, Southern Methodist University Technical Report.
- Bas, M. D. C. and J. M. Carot, 2022, “A Model for Developing an Academic Activity Index for Higher Education Instructors Based on Composite Indicators”, *Educational Policy*, 36(5): 1108-1134.
- Bhutta, K. S. and F. Huq, 1999, “Benchmarking–Best Practices: An Integrated Approach”, *Benchmarking: An International Journal*, 6(3): 254-268.
- Brockett, P. L., A. Charnes, W. W. Cooper, Z. M. Huang, and D. B. Sun, 1997, “Data Transformations in DEA Cone Ratio Envelopment Approaches for Monitoring Bank Performances”, *European Journal of Operational Research*, 98(2): 250-268.
- Centre for Higher Education, 2024, “European Benchmarking Initiative (EBI)-Improving University Management”, Retrieved November 19, 2024, from <https://www.che.de/projekt/european-benchmarking-initiative-ebi-improving-university-management/>
- 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.
- Charnes, A., W. W. Cooper, Q. L. Wei, and Z. M. Huang, 1989, “Cone Ratio Data Envelopment Analysis and Multi-Objective Programming”, *International Journal of Systems Science*, 20(7): 1099-1118.
- Coelli, T. J., D. S. P. Rao, C. J. O’donnell, and G. E. Battese, 2005, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer Science & Business Media.
- Cook, W. D. and M. Kress, 1990, “A Data Envelopment Model for Aggregating Preference Rankings”, *Management Science*, 36(11): 1302-1310.
- Cook, W. D. and J. Zhu, 2007, “Within-group Common Weights in DEA: An Analysis of Power Plant Efficiency”, *European Journal of Operational Research*, 178(1): 207-216.
- Cook, W. D., J. L. Ruiz, I. Sirvent, and J. Zhu, 2017a, “Within-group Common Benchmarking Using DEA”, *European Journal of Operational Research*, 256(3): 901-910.
- Cook, W. D., J. Du, and J. Zhu, 2017b, “Units Invariant DEA When Weight Restrictions are Present: Ecological Performance of US Electricity Industry”, *Annals of Operations Research*, 255: 323-346.

- Dyson, R. G. and E. Thanassoulis, 1988, "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis", *Journal of The Operational Research Society*, 39: 563-576.
- Gourishankar, V. and P. Sai Lokachari, 2012, "Benchmarking Educational Development Efficiencies of the Indian States: A DEA Approach", *International Journal of Educational Management*, 26(1): 99-130.
- Green, R. H., J. R. Doyle, and W. D. Cook, 1996, "Preference Voting and Project Ranking Using DEA and Cross-Evaluation", *European Journal of Operational Research*, 90(3): 461-472.
- Han, Y., Z. Geng, Z. Wang, and P. Wu, 2016, "Performance Analysis and Optimal Temperature Selection of Ethylene Cracking Furnaces: A Data Envelopment Analysis Cross-Model Integrated Analytic Hierarchy Process", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 122: 35-44.
- Hubrecht-Deville, A., 2007, "Branch Banking Networks Assessment Using DEA: A Benchmarking Analysis", *Working Papers CREGO 1071103*, Université de Bourgogne-CREGO EA7317 Centre de recherches en gestion des organisations.
- Johnes, J., 2018, "University Rankings: What do They Really Show?", *Scientometrics*, 115(1): 585-606.
- Kao, C. and H. Hung, 2005, "Data Envelopment Analysis with Common Weights: The Compromise Solution Approach", *Journal of the Operational Research Society*, 56(10): 1196-1203.
- Karbassi Yazdi, A. and F. Abdi, 2017, "Designing Robust Model for Banks Benchmarking Based on Rembrandt Method and DEA", *Benchmarking: An International Journal*, 24(2), 431-444.
- Kong, W. H. and T. T. Fu, 2012, "Assessing the Performance of Business Colleges in Taiwan Using Data Envelopment Analysis and Student Based Value-Added Performance Indicators", *Omega*, 40(5): 541-549.
- Kuźmicz, K., 2015, "Benchmarking in University Toolbox Business", *Management and Education*, 13(1): 158-174.
- Lai, P. L., A. Potter, M. Beynon, and A. Beresford, 2015, "Evaluating the Efficiency.

- Performance of Airports Using an Integrated AHP/DEA-AR Technique”, *Transport Policy*, 42:75-85.
- Lim, S., H. Bae, and L. H. Lee, 2011, “A Study on the Selection of Benchmarking Paths in DEA”, *Expert Systems with Applications*, 38(6): 7665-7673.
- Lovell, C. K. and J. T. Pastor, 1999, “Radial DEA Models Without Inputs or Without Outputs”, *European Journal of Operational Research*, 118(1): 46-51.
- Ozcan, Y. A., E. Merwin, K. Lee, and J. P. Morrissey, 2005, “Benchmarking Using DEA: The Case of Mental Health Organizations”, in: Brandeau, M. L., F. Sainfort, and W. P. Pierskalla, ed., *Operations Research and Health Care: A Handbook of Methods and Applications*, 169-189, Boston: Springer.
- Pieske, R., 1994, “Benchmarking: Das Lernen Von Anderen Und Seine Begrenzungen”, *IO Management Zeitschrift*, 6:19-23.
- Podinovski, V. V., 2001, “Validating Absolute Weight Bounds in Data Envelopment Analysis (DEA) Models”, *Journal of the Operational Research Society*, 52(2), 221-225.
- Podinovski, V. V., 2016, “Optimal Weights in DEA Models with Weight Restrictions”, *European Journal of Operational Research*, 254(3): 916-924.
- Quaresma Dias, J. C., S. G. Azevedo, J. Ferreira, and S. F. Palma, 2009, “A Comparative Benchmarking Analysis of Main Iberian Container Terminals: A DEA Approach”, *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 1(3): 260-275.
- Roll, Y., W. D. Cook, and B. Golany, 1991, “Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis”, *IIE Transactions*, 23(1): 2-9.
- Rostamzadeh, R., O. Akbarian, A. Banaitis, and Z. Soltani, 2021, “Application of DEA in Benchmarking: A Systematic Literature Review From 2003–2020”, *Technological and Economic Development of Economy*, 27(1): 175-222.
- Seiford, L. M. and J. Zhu, 2003, “Context-dependent Data Envelopment Analysis—Measuring Attractiveness and Progress”, *Omega*, 31(5): 397-408.
- Sharma, M. G., R. M. Debnath, R. Oloruntoba, and S. M. Sharma, 2016, “Benchmarking of Rail Transport Service Performance Through DEA for Indian Railways”, *The International Journal of Logistics Management*, 27(3): 629-649.

- Szuwarzyński, A., 2019, “Benefit of the Doubt Approach to Assessing the Research Performance of Australian Universities”, *Higher Education Quarterly*, 73(2): 235-250.
- Taylor, W. M., R. G. Thompson, R. M. Thrall, and P. S. Dharmapala, 1997, “DEA/AR Efficiency and Profitability of Mexican Banks a Total Income Model”, *European Journal of Operational Research*, 98(2): 346-363.
- Thanassoulis, E., M. C. Portela, and R. Allen, 2004, “Incorporating Value Judgments in DEA”, in: Cooper, W. W., L. M. Seiford, and J. Zhu, ed., *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 99-138, Boston: Springer.
- Thompson, R. G., F. D. Singleton Jr., R. M. Thrall, and B. A. Smith, 1986, “Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas”, *Interfaces*, 16(6): 35-49.
- Turner, D., 2005, “Benchmarking in Universities: League Tables Revisited”, *Oxford Review of Education*, 31(3): 353-371.
- van Vught, F., U. Brandenburg, N. Burquel, D. Carr, G. Federkeil, J. A. dos Santos Rafael, J. Sadlak, J. Urban, P. Wells, D. Westerheijden, J. Nazarko, and K. Kuźmich, 2008, *A practical guide. Benchmarking in European Higher Education*, Brussels: European Centre for Strategic Management of Universities.
- Wu, T. H., Y. F. Chung, and S. W. Huang, 2021, “Evaluating Global Energy Security Performances Using an Integrated PCA/DEA-AR Technique”, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45: 101041.
- Zaare Tajabadi, F. and S. Daneshvar, 2023, “Benchmark Approach for Efficiency Improvement in Green Supply Chain Management with DEA Models”, *Sustainability*, 15(5), 4433.

Benchmarking of University Teaching Performance: An Application of the Cone-Ratio Tiered Data Envelopment Analysis Method

Wei-Hsin Kong* and Tsu-Tan Fu**

Abstract

The declining birthrate in Taiwan has intensified competition among universities, compelling institutions to actively enhance their performance in teaching, research, and service. Benchmarking offers a systematic approach to identifying suitable references and planning performance improvement pathways, making it a viable goal management strategy. Previous studies have frequently applied Data Envelopment Analysis (DEA) in benchmarking research. However, traditional DEA has two notable drawbacks: (1) unreasonable weight allocation, leading to poor performance discrimination, and (2) inappropriate benchmark selection. While prior research has employed AR-DEA to address the first issue and utilized TDEA for efficiency stratification of universities' teaching performance, the AR-TDEA approach fails to

* Associate Professor, Department of Applied Economics and Management, National Ilan University. Email: whkong@niu.edu.tw.

** Distinguished Professor, Department of Economics, Soochow University. Email: tfu@scu.edu.tw.

DOI: [10.7086/TJAE.202506_\(117\).0004](https://doi.org/10.7086/TJAE.202506_(117).0004)

Received December 2, 2024; Revised January 4, 2025; Accepted April 6, 2025.

explicitly identify stepwise benchmark universities for inefficient Decision-Making Units (DMUs) to plan teaching performance improvement pathways.

To address these limitations, this study integrates the Cone-Ratio (CR) method and Tiered Data Envelopment Analysis (TDEA) to propose the CR-TDEA model. This model is applied to stratify the teaching performance of universities in Taiwan and propose methods for planning improvement pathways. Empirical results indicate that CR-TDEA significantly enhances performance discrimination and improves the applicability of benchmark selection, providing underperforming universities with short-, medium-, and long-term performance improvement strategies. This study highlights the practicality of CR-TDEA in enhancing teaching performance and offers a valuable tool for benchmarking in Taiwan's higher education sector.

Keywords: Benchmarking, Data Envelopment Analysis, Cone-Ratio Method, Higher Education

JEL Classification: D24, I21, L25

Extended Abstract

I. Introduction

Taiwan's declining birthrate has intensified competition between its universities. To increase student enrollment and secure funding from the government and enterprises, universities seek to improve their teaching, research, and service performance. Benchmarking, a systematic approach to the identification of suitable reference points for performance improvement, is a viable goal management strategy for these institutions. The European Benchmarking Initiative defines benchmarking as an internal organizational activity that leverages lessons from higher-performing organizations to boost organizational performance (van Vught et al., 2008). Consequently, the identification of reference points for improvement goals is a primary task in the benchmarking process.

Data envelopment analysis (DEA) is a linear programming technique used to measure the relative efficiency of decision-making units (DMUs). DEA can distinguish between efficient and inefficient DMUs. Inefficient DMUs can then learn from and emulate efficient DMUs. DEA has thus been frequently used in benchmarking research. Turner (2005) suggests that DEA is particularly suitable for university benchmarking studies.

The application of DEA in benchmarking research creates two potential challenges. First, in DEA, the most favorable weight for a DMU's indicators is determined (Kao and Hung, 2005; Podinovski, 2016). Although objective assignment of favorable weight combinations to each indicator is a major feature of DEA, this characteristic often causes unreasonable weight distributions, resulting in an excessive number of DMUs achieving full efficiency (efficiency = 1). Second, although DEA can identify the best-performing DMUs to be used as benchmarks for lower-performing DMUs, some lower-performing DMUs are unlikely to be able to achieve

the same performance level as the benchmark DMUs within a short period.

To mitigate these challenges, in this study, the cone ratio (CR) method proposed by Charnes et al. (1989) was employed to control the weight ratios of teaching indicators within a specific range, thereby preventing an excessive number of universities from achieving efficiency values of 1. Second, the tiered DEA (TDEA) method proposed by Barr et al. (2000) was employed to stratify universities. Universities with poorer performance can identify benchmarks from universities in preceding tiers to make short- to medium-term improvements; conversely, the universities in the outermost tier can serve as benchmarks for long-term goals. This facilitates gradual performance improvement.

II. Methodology

A. DEA

DEA was introduced by Charnes et al. (1978). The DEA model proposed by Charnes, Cooper, and Rhodes is known as the CCR model and has the following linear programming equation:

$$\begin{aligned}
 \underset{u,v}{Max} \quad & \mu = \sum_{m=1}^M u_m y_{mi} \\
 \text{subject to,} \quad & \sum_{k=1}^K v_k x_{kn} = 1 \\
 & \sum_{m=1}^M u_m y_{mi} \leq \sum_{k=1}^K v_k x_{kn}, \quad n = 1, 2, \dots, N \\
 & u_m \geq 0, v_k \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

In Equation (1), y_{mi} represents the m -th output of DMU i , and x_{kn} represents the k -th input of DMU n . M types of outputs and K types of inputs exist. The weights of y and x are u

and v , respectively, and μ is the efficiency, which is between 0 and 1. For each DMU, Equation (1) is used to identify the u and v that maximize μ . Therefore, Equation (1) is also called the multiplier form. However, to solve Equation (1), the maximum value under $N + 1$ constraints must be identified. A large number of DMUs may cause difficulties in solving the equation. Consequently, many researchers prefer to use the envelopment form of the equation, which has fewer constraints and is expressed as follows:

$$\begin{aligned}
 & \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \quad \theta \\
 & \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y_{mn} \geq y_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\
 & \quad \quad \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n x_{kn} \geq \theta x_{ki}, \quad k = 1, 2, \dots, K \\
 & \quad \quad \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N
 \end{aligned} \tag{2}$$

In Equation (2), θ is the efficiency value, representing the radial distance of DMU_{*i*} from the input boundary. An efficiency value of 1 indicates full efficiency. In benchmarking applications, DMUs with an efficiency value of 1 are potential benchmarks. λ represents peer weights, based on which inefficient DMUs identify benchmarks.

When universities set improvement goals, they typically plan only to achieve certain indicator outcomes, rather than considering the required inputs. Therefore, input items were not included in the DEA used in this study to calculate university teaching performance. With reference to Lovell and Pastor (1999), an output-oriented DEA without input items can be defined as follows:

$$\begin{aligned}
 & \underset{\Phi, \lambda}{\text{Max}} \quad \Phi \\
 & \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y_{mn} \geq \Phi y_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\
 & \quad \quad \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N
 \end{aligned}$$

$$\sum_{n=1}^N \lambda_n = 1 \quad (3)$$

Although $1 \leq \sqrt{\Phi} \leq \infty$, the efficiency value is typically represented by $1/\sqrt{\Phi}$.

B. DEA with Restricted Weights

The three most common methods for weight restriction include absolute weight restriction (AWR), assurance regions (AR), and CR method, which are introduced as follows:

a. AWR

In AWR, initially proposed by Dyson and Thanassoulis (1988), a lower bound for the output weights (u) is directly set in the weight form, such as $u \geq k$. However, this method is not commonly used in the DEA literature, and Podinovski (2001) demonstrated that AWR may not accurately define the maximum relative efficiency.

b. AR

AR, first proposed by Thompson et al. (1986), requires the ratio between inputs, between outputs, or between inputs and outputs to remain within a specific interval. This concept is expressed in Equation (4), where u_1 and u_2 are the weights of output 1 (y_1) and output 2 (y_2), respectively. L is the lower bound of the ratio of the two output weights, and U is the upper bound. The addition of Equation (4) to the constraints of Equation (1) yields AR-DEA.

$$L \leq \frac{u_1}{u_2} \leq U \quad (4)$$

c. CR method

Although AR-DEA is commonly applied to address unreasonable weight distributions, it can only be applied in the multiplier form. The primary purpose of this study was to identify benchmarks on the basis of peer weights (λ), but the multiplier form of AR-DEA cannot estimate λ , precluding the definition of benchmarks. Therefore, AR-DEA cannot be applied

to benchmarking research. The CR method (Charnes et al., 1989) can effectively solve this problem by restricting weights through data transformation. The concept of CR is similar to that of AR (Thanassoulis et al., 2004). In the example of Equation (4), the output weight u_i belongs to a cone-shaped set $U : \overline{U = \{u \mid Cu \geq 0, u \geq 0\}}$, where

$$C = \begin{bmatrix} -1 & U \\ 1 & -L \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \leftrightarrow U = \begin{cases} -u_1 + Uu_2 \geq 0 \\ u_1 - Lu_2 \geq 0 \end{cases}$$

U can also be defined as $\overline{U = \{u \mid u = \sum_{k=1}^K \leftrightarrow B^T \beta, \beta \geq 0\}}$, where $BT = (CTC) - 1CT$.

Next, the B matrix is used to transform the original output y , resulting in a new output vector $y' = By$. Finally, the transformed y' replaces y in Equation (3), yielding Equation (5). Equation (5) can be used to determine the efficiency values under restricted weight ratios. Thus, the CR method facilitates benchmark identification while addressing an unreasonable weight distribution through data transformation.

$$\begin{aligned} & \underset{\Phi, \lambda}{Max} \quad \Phi \\ & \text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n y'_{mn} \geq \Phi y'_{mi}, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \quad \lambda_n \geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & \quad \sum_{n=1}^N \lambda_n = 1 \end{aligned} \tag{5}$$

d. TDEA

The operational method of TDEA, an application of DEA, first involves identification of efficient DMUs in the first tier (Tier 1). Subsequently, DEA is reperformed on the DMUs that did not reach Tier 1 to identify the second tier (Tier 2). This process is continued for DMUs that did not reach the previous tier until all DMUs have been stratified. This method enables classification of DMUs into several tiers on the basis of their technical level. Universities in the

same tier have similar performance, and a higher tier number indicates poorer performance. Universities with poorer performance can employ universities in the preceding tiers as benchmarks for short- to medium-term improvement and universities in the outermost tier as benchmarks for the establishment of long-term goals to gradually improve their performance.

The overall empirical process is as follows: First, the upper and lower bounds of the weights between performance indicators are established. Next, the CR method is applied to transform the indicator data on the basis of the upper and lower bounds of the weights between performance indicators obtained in the previous step. Finally, university performance is stratified in accordance with the transformed indicator data through TDEA, enabling the identification of benchmarks for inefficient universities.

III. Results

This study focused on 10 teaching performance indicators: enrollment rate; student-faculty ratio; total numbers of school library books, nonbook materials, and current periodicals; average expenditure per student on library materials in the preceding three years; student retention rate for bachelor's programs; number of Ministry of Education teaching practice research projects; average number of Ministry of Education teaching practice research projects per faculty member; number of National Science Council projects for undergraduate students approved annually; average number of National Science Council projects for undergraduate students per faculty member; and proportion of graduates with a minor or double major. After the screening process, 85 universities in Taiwan were included in the evaluation. The main findings were as follows.

First, when weights were not restricted, the number of fully efficient universities (efficiency value = 1) was 29. The number of fully efficient universities decreased to 11–13 after weight restriction, indicating that the CR method considerably improved efficiency discrimination.

Second, under restricted weight conditions, the number of benchmarks for inefficient

universities was smaller, enabling easier establishment of improvement goals. Conversely, without weight restriction, the number of benchmarks for each inefficient university was large, corresponding to more-difficult goal establishment. Furthermore, the benchmark universities identified under restricted weights were more reasonable.

Third, teaching efficiency was stratified into 13 tiers. The first three tiers contained more comprehensive universities than universities of science and technology as well as more public than private universities. The proportion of private universities increased toward the lower tiers. After the eighth tier, the number of universities of science and technology was markedly higher than that of comprehensive universities, and all were private. According to the 2023 university rankings published by Global Views Magazine, of the top 30 universities in Taiwan, 17 are public comprehensive universities, 3 are public universities of science and technology, 8 are private comprehensive universities, and 2 are private universities of science and technology. Thus, the study findings were consistent with media rankings, with public universities found to perform better than private universities and comprehensive universities discovered to perform more highly than universities of science and technology. The stratification results of this study are therefore reasonable.

On the basis of the stratification results, one university of science and technology and one comprehensive university were selected from the lowest tier to demonstrate how benchmark universities can be selected tier by tier and an improvement path can be constructed.

IV. Conclusion and Recommendations

The results of this study indicate that the proposed CR-TDEA method can improve efficiency discrimination and stratify universities in accordance with their teaching efficiency. This stratification can enable universities with poor teaching efficiency to identify suitable benchmark universities on the basis of their existing resources and capabilities and to pragmatically plan strategies for improving teaching effectiveness. CR-TDEA is a discriminative and practical tool for benchmarking university teaching performance, and this

study lays the foundation for subsequent research on benchmarking analysis of university research, services, and other aspects of effectiveness.

The following five recommendations for the improvement of research and teaching performance were developed on the basis of these findings: First, studies should expand the application of this method to increase the comprehensiveness of research on university effectiveness evaluations. Second, indicator data representative of teaching performance should be collected from additional domains, such as graduate performance or employer satisfaction, to increase the relevance of the evaluation results. Third, universities and colleges with poor teaching performance should refer to the results of this study. Suitable benchmark learning objects can be identified in various tiers and used to establish appropriate short-, medium-, and long-term goals for teaching performance indicators, which can gradually improve teaching performance. Fourth, in this study, the weights of enrollment rate and student retention rate in bachelor's programs were higher than those of other indicators, suggesting that these two indicators have a stronger effect on teaching performance and require particular attention within efforts to improve teaching performance. Finally, the government of Taiwan may refer to the stratification results of this study when selecting future members of school or department evaluation committees. Administrators of universities with performance levels similar to but higher than those of the schools under evaluation may be able to make more reasonable evaluations and practical recommendations.