

教育研究集刊

第五十輯第二期 2004年6月 頁119-145

資料包絡分析在高級中學 教育監控指標系統之應用

吳政達

摘要

資料包絡分析（Data Envelopment Analysis, DEA）對高級中學教育監控指標系統的主要應用，在於利用實際可觀察到的投入產出資料，在不需預設生產函數的形式下，求取各決策單位（Decision Making Unit, DMU）生產效率的比較值。此不僅可用於單一投入及單一產出的傳統比率分析，亦可用於多項投入與多項產出的複雜狀況。本研究以教育部研究委員會 87 學年度高級中學現況調查資料進行公立高中職教育監控實證分析，主要發現如下：

1. 全國公立高中職學校的整體效率分析達到相對有效率的學校共 34 所，為全部學校的 16.19%。
2. 全國公立高中職學校具有技術效率的學校共 66 所，為全部學校的 31.43%。
3. 全國公立高中職學校具有規模效率的學校共 37 所，為全部學校的 17.62%。
4. 參考集合分析則針對有效率學校進一步區辨其效率排名，由排名來看，公立高中學校普遍比公立高職學校表現優異。
5. 無效率的公立高中職在整體效率與技術效率方面須做改善的項目，在產出項主要為升學率以及中途輟學率；投入項，以資本門優先。

關鍵詞：資料包絡分析、監控指標系統、效率、決策單位

吳政達，淡江大學教育政策與領導研究所副教授

電子郵件為：chengta@mail.tku.edu.tw

投稿日期：2004年1月15日；修訂日期：2004年5月7日；採用日期：2004年5月21日

The Application of Data Envelopment Analysis to Senior High and Vocational School Monitoring Indicator Systems

Cheng-Ta Wu

Abstract

In order to know the comparative value of the output efficiency of each decision-making unit without calculating output function, the Data Envelopment Analysis (DEA) of senior high and vocational school monitoring indicator systems must use the observable input and output data. Such an analysis not only serves the purposes of the traditional analysis of single input and output; it also fits the complex conditions of multiple input and output. Using data from the Ministry of Education for the 1998 academic year, this study conducted an empirical analysis of educational monitoring systems in public senior high and vocational schools in Taiwan. The main findings are as follows: 1. About 34 schools achieved a relative degree efficiency; these comprised 16.19% of all public senior high and vocational schools; 2. About 66 schools (comprising 31.43% of all public senior high and vocational schools) achieved technical efficiency; 3. About 37 schools (17.62%) achieved scale efficiency; 4. In general, public senior high schools were more efficient than public vocational schools; 5. If inefficient public senior high and vocational schools wanted to achieve greater over-all efficiency, the output items needing to be first improved were promotion rate (65.88%) and dropout rate (30.74%).

Keywords: Data Envelopment Analysis, monitoring indicator systems, efficiency, decision-making unit

Cheng-Ta Wu, Associate Professor, Graduate Institute of Educational Policy and Leadership, Tamkang University

E-mail: chengta@mail.tku.edu.tw

Manuscript received: Jan. 15, 2004; Modified: May 7, 2004; Accepted: May 21, 2004

壹、前言

教育政策分析的最終目的是要能針對教育政策議題提出妥適的教育政策建議（educational policy recommendations），教育政策建議一經採用便形成教育政策行動；而有教育政策行動自然就會產生教育政策結果。可是對於教育政策分析者而言，重要的是在於如何得知教育政策結果的影響，因此監控（monitoring）教育政策實施以後所發生的結果，並且觀察實際結果與預期結果之間的差距，便是教育政策結果監控的基本意涵。監控在教育政策評估程序中乃是一項重要的環節，其針對教育政策績效（educational policy performance）進行系統化的評估，以指出教育政策達成目標的範圍和程度。由於教育系統複雜而多變，有限的個別指標所提供的資訊往往不切實際。根據 Johnson（1999）指出，任何機構組織或個人在做一項決策前均需要利用資訊，資訊在政策制定的過程中是不可或缺的。因此，發展出指標系統讓單一的指標間產生聯合的作用，便是教育監控系統所不可或缺的。

本文擬先探討監控系統的相關概念，再利用資料包絡分析瞭解教育監控系統的資訊，以作為教育行政當局之參考。

貳、監控指標系統的相關概念

Husén 與 Tuijnman（1994）認為監控國家教育系統的功能有五：(1)績效責任（accountability）：透過教育監控概況報告瞭解其優缺以滿足公共討論需求，因而激勵教育目標達成與績效責任；(2)啓蒙（enlightenment）：促進瞭解教育的功能，知悉各國教育系統的相似與差異處；(3)決策：藉由教育系統缺失的瞭解，促使教育行政與管理的改善，諸如資源的不當分配、人員的無效能感、學生表現不佳等，均可經由監控指標瞭解改善方案實施前後的變化，以利於行政決策；(4)學門的改進：為了以多元觀點測量教育系統結果，而衍生發展的理論與方法有利於教育政策學門的發展；(5)行政控制：該監控系統會進而影響教育系統的結構、意義與結果，有助於教育政策的評估。其教育政策監控的類型，根據 Willms（1992）的看法可以區分為三類：

一、承諾性監控 (compliance monitoring)

監控系統分析學校教育的輸入，特別是教師和財政的資源。這種系統企圖確定某種教育供給的標準能被滿足。一個承諾性的監控系統可能包含測量班級的平均規模、學生與教師的比例、在教材上的支出、圖書館的規模、教師的資格、輔助人員的數量、或是學生接受到特別教育的比例。

二、診斷性監控 (diagnostic monitoring)

診斷性監控系統強調輸入—輸出模式中輸出方面的問題，特別是學術的結果。他們的目的是裁定一些特定的課程是否被大多數的學生所熟悉。同樣的方式，教師們利用教室內的測驗去找出哪些學生需要更進一步的教導與矯正，診斷的監控系統尋求找出特殊的技能和概念，在某學校裡這需要更大的重視。診斷監控系統的結果測量代表的是「效標參照測驗」(criterion-referenced tests)，並將焦點集中在學習結果與課程內容緊密結合的限定範圍上。該監控系統較少強調學校教育的輸入，因為他們主要的用意是找出在學術技能上特殊的長處與缺點，無關學生的特質。因此，對於在學校或學區之間作比較，是沒有用處的。

三、績效性監控 (performance monitoring)

第三種監控系統形態稱為績效性監控，該系統包含了學校教育的輸入與輸出之間的評量。基本上，結果的評量是標準化成就的測驗，並且在績效的結果上，監控系統盡可能的在學校與學區之間作比較。在某種情況下，這些比較包含了對於學校教育輸入的調整。這些系統明確的目的是使得學校經由市場干預可公開地評論。這理念是學校之間或學區之間的比較將引起競爭以及刺激教師提供更好的教育。

教育政策監控方法有許多方式，就統計的觀點，主要有以下三種方法 (Engert, 1995)：1. 成本—效益分析 (cost-benefit analysis)，係用來作為政策方案之成本與經濟效益比較的評估，其目的在評估投資計畫的經濟利益。其效率的測量過程使用貼現技術 (discounting techniques)，比較成本與利益的貼現貨幣值。成本—效

益分析除了可使決策單位計算各選擇方案的淨現值，亦可透過計算各選擇方案的成本效益比，來比較其相對效率。成本—效益分析已被廣泛運用在公共部門的財政預算系統，如零基預算，但如果應用於教育上，仍存在許多問題，因為成本—效益分析時，其投入與產出皆須轉換以貨幣形式或市場價格表示，但在教育的過程中，其產出與結果是很難轉換成市場價格而加以計算。2.成本—效用分析（cost-utility analysis），此種分析方法其基本假設是所有個體對某一特定產出的滿意度皆可量化，而將決策者個體定性（qualitative）與主觀（subjective）的因素，納入其他分析的形式之中做分析。3.成本—結果（cost-outcome）與成本—效能分析（cost-effectiveness analysis），在教育投入可幣值化，但教育產出或結果無法幣值化之情況時，則適用於成本—效能分析，成本效能（cost effectiveness）是指每產出的單位成本，其可作為相對效率的表示，在投入與產出之間的關係不明確，或是評估者只對少數的產出項有興趣時，成本效能的測量是相當有用的。但是這種單一幣值化的投入對單一產出關係的測量，在教育的應用上有其明顯的限制，因為教育的各項產出，是由多種不同的投入所產生的。

Postlethwaite（1994）指出監控可以分成三類：學校的輸入、學校的過程及學校的教育結果。下表 1 所表示的幾個指標例子是教育當局經常關心的，不是每個國家的教育當局都會根據下表進行監控教育系統，通常會依照實際上的需要選擇所要監控的指標。換言之，不同的教育當局對於監控系統會有不同的考量，該表所陳列的指標不是絕對的，會因為教育體制的成熟度、財政狀況、大眾對於教育成果的滿意度以及教育政策決策者對教育問題的研究與觀察而有所差異。

另外，Odden（1990）指出國家及州的教育指標系統應該涵蓋以下範疇：1.教育輸入，包括：經費、物資及其他資源、教師品質、學生背景資料；2.教育過程，包括：學校品質、課程、教學品質、教育品質；3.教育輸出，包括：學生成就、參與、態度與抱負等。Fitz-Gibbon（1996）也認為設計一個監控績效的指標系統需包括輸入、過程與輸出，並辨別輸出（outputs）與結果（outcomes）的差異在於輸出通常用於直接努力成果（譬如，視考試成績為某項課程的輸出），而結果通常指長時間的成效（譬如，受教育後的就業狀況）。雖然長時期的成效較為重要，但是其受到的因素過多不易證明何者為教育的影響因素，因此較難成為監控

指標的選擇對象。綜上所述，足見監控指標體系大體上與 Johnstone (1981)；Oakes (1986)；Shavelson、McDonnell、Oakes 與 Carey (1987)；Windham、Chapman 和 Walberg (1990) 等人所建構的指標系統觀點相符，皆採行輸入、過程、輸出系統模式。

表 1 教育當局關注的教育指標內容

指標類型	指標示例
輸入	學校建築物的狀態 教師宿舍的狀態 學校的辦公設備 學校的消耗品提供 學校的實驗室 學生的總人數 學生的年齡、年級和性別 合格全職教師的數量 師生比 班級規模
過程	教師工作負荷量（教師每週授課時數） 教師所觀察到影響教學的因素 課程安排（全國性的、區域性的、該學校規定的） 學習機會 每一年級，每一科目的上課時數 每一年級，每一科目的上課學生人數 督學每學期到校視導次數
結果	主要科目的學習成果 同年齡層的畢業人數百分比 學生取得測驗通過的百分比 學生的期望和態度 學生曠課情形 暴力問題 藥物濫用問題 管教問題

資料來源：Tuijnman, A. C., & Postlethwaite, T. N. (1994). *Monitoring the standards of education* (p.25). New York: Pergamon.

參、資料包絡分析模式與教育領域的實證應用

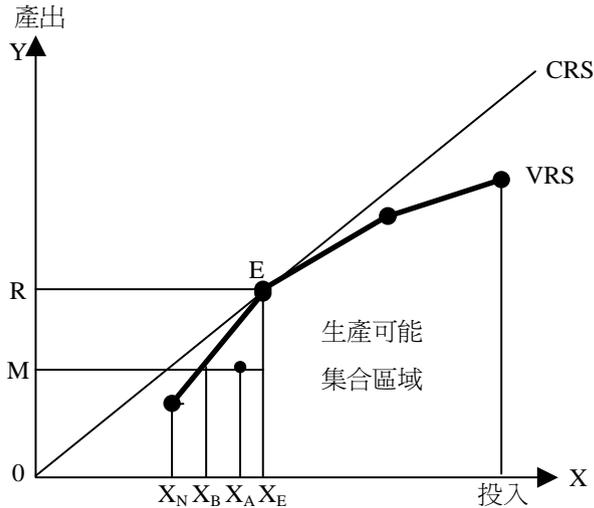
資料包絡分析是由 Charnes、Cooper 與 Rhodes 於 1978 年所提出，其觀念源於 M. J. Farrell 的無參數生產前緣，針對非營利性質組織在固定規模報酬條件下，衡量多項投入與多項產出之決策單位的相對生產效率的一種方法，所謂決策單位指的是具有共同投入與產出項的受評單位，主要模式有以下二種：

一、CCR 模式

Charnes、Cooper 與 Rhodes (1978) 所提出的效率評估模式稱為 CCR 模式，係將所有決策單位的各項產出與投入的生產因子的比率為概念所建立的數學模式，再轉換成分數線性規劃模式求解，亦即將所有決策單位的各項產出與投入項分別以線性組合的方式加以串連，每一個決策單位的效率值為產出之線性組合除以投入之線性組合，並限制其最大效率值為 1，代表為相對有效率之單位，反之則為相對無效率。

二、BCC 模式

CCR 模式所衡量的效率是假設在固定規模報酬 (Constant Return to scale, CRS) 的條件下，但是當規模報酬為可變動時，某一決策單位無效率的原因，可能有部分原因是來自於運作規模的不當，因此為了研究無效率形成的因素，Banker、Charnes 與 Cooper (1984) 將總效率 (aggregate efficiency) 分解成純技術效率 (pure technical efficiency) 與規模效率 (scale efficiency) 來探討，用以衡量效率，稱為 BCC 模式。總效率 (aggregate efficiency)、純技術效率 (pure technical efficiency) 與規模效率 (scale efficiency, SE) 三者之間的關係，則以圖 1 加以說明：



資料來源：Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale in efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1089.

圖 1 總效率、純技術效率與規模效率之關係

X 軸代表投入，Y 軸代表產出，BEC 為生產可能集合的前緣，所有生產可能集合被 BEC 曲線所包絡，A 代表被評估的決策單位，其投入量為 X_A ，產出量為 Y_B 。在變動規模報酬（Variable Return to Scale, VRS）下，對 A 而言，B 的產出水準與 A 相同，同樣生產 OM （ Y_A, Y_B ）的產量，A 的投入量須 MA （ X_A ），但 B 的投入量只須 MB （ X_B ），因此，在衡量 A 的無效率程度時，以 B 為參考點，可知 A 以 MA （ X_A ）的投入量生產 OM 的產量是為無效率，而 A 的純技術效率為 MB/MA （ X_B/X_A ），此即為 BCC 模式所衡量的效率值。E 點代表在變動規模報酬下，投入與產出的組合（ X, Y ）中，達到技術效率者，亦即同時具有純技術效率與規模效率，其平均生產力為 YE/XE ，是生產可能集合內，所有投入產出組合的平均生產力最大的，也就是說最具有效率的，因此 A 點總效率之衡量須與 E 點作比較，而 N 的平均生產力與 E 相同（產出與投入之比值相同），故而以 N 為參考點，A 的總效率為 MN/MA （ X_N/X_A ），此即為 CCR 模式所衡量之效率值。

由圖 1 可知，總效率值為純技術效率值與規模效率值的乘積，亦即為 $MN/MA = (MB/MA) \times SE$ ，因此 A 的規模效率為 MN/MB (XN/XB)。換言之，以 CCR 模式的效率值除以 BCC 模式的效率值，可得決策單位的規模效率值。另外由圖 1 可知，當規模效率值等於 1，表示該決策單位處於固定規模報酬，具有規模效率，當規模效率值不等於 1 時，表示該決策單位處於規模遞增或遞減的無規模效率階段。此一資訊，可提供決策者作為調整生產規模的參考。

由以上的觀念，Banker、Charnes 與 Cooper (1984) 將 CCR 模式多加了一凸性性質 (convexity) 的限制，並要求 $\sum \lambda_j = 1$ (表示該決策單位處於固定規模報酬階段，此時技術效率與生產效率相等。若小於 1 則表示決策單位處於規模報酬遞增階段；反之，若大於 1 則表示決策單位處於規模報酬遞減階段)，同時引進一個新的變數 U_0 ，用以衡量變動規模報酬下的純技術效率值。此 BCC 模式中比 CCR 模式多加了一凸性性質的限制，並要求 $\sum \lambda_j = 1$ ，此一限制表示決策單位在生產函數上之參考點必須是有效率決策單位之凸性組合 (convexity combination)，而且限制被評估單位與其所參考決策單位之組合的規模值相同 (斜率值相同) 的條件下作純技術效率衡量之比較。另外 BCC 模式在原 CCR 模式多加了一個變數 U_0 ， U_0 為 $\sum \lambda_j = 1$ 限制式相對應的變數，代表規模報酬 (return to scale) 的指標。由於 BCC 模式之效率前緣是假設在變動報酬規模下所決定的，而其凸性性質 $\sum \lambda_j = 1$ 的限制，使得效率前緣面不通過原點，也就是說，在變動報酬規模下，其效率前緣的直線並不通過原點，且與 Y 軸有一常數截距，此一截距即為 U_0 ，因此，BCC 模式可透過 U_0 來判斷受評決策單位之規模報酬狀況，當 $U_0 > 0$ 時，則表示該決策單位處於規模報酬遞減；當 $U_0 < 0$ 時，則表示該決策單位處於規模報酬遞增；當 $U_0 = 0$ 時，則該決策單位為固定規模報酬。

肆、資料包絡分析在教育上之應用

資料包絡分析應用於教育領域的研究，可以歸類為應用 CCR 模式、BCC 模式以及聯合其他模式，分述如下：

一、使用 CCR 模式部分

Bessent、Bessent、Kennington 與 Reagan (1981, 1982) 以 CCR 模式評估 Houston 地區 167 所小學之相對效率，其中 89 所相對有效率，78 所相對無效率。Fare、Grosskopf 與 Weber (1989) 以 CCR 模式，針對美國 Missouri 州東部的 40 個學區評估相對表現，發現社經特性（家庭收入）越高的學區，其效率表現越好。Ray (1991) 應用資料包絡分析的 CCR 模式評估美國 Connecticut 州各區公立中學的相對效率，發現各區資源使用效率雖有很大不同，但大部分原因係來自於社會經濟背景，而都市地區效率特別低的學校，僅改進管理效率仍是不足的，尚須考慮分配較多的資源或改變社會經濟因素的限制。Anderson、Walberg 與 Weinstein (1998) 利用 CCR 模式評估芝加哥公立初等學校 1989、1991 與 1993 年三個階段的學校效率與效能，發現同時具有效率與效能的特徵為穩定的在學人數、高入學率、多數學生為非貧窮學生與較低學生花費。

二、合併使用 BCC 模式

Zomorrodian (1990) 以 CCR 與 BCC 模式研究美國 Massachusetts 州西部 81 所小學的改善效率，37 所為有效率，44 所為無效率，並發現學生負擔午餐的花費、少數民族學生比例、師生比與教師平均薪資對學校效率有顯著性的影響。

三、聯合其他模式

Kirjavainen 與 Loikkanen (1998) 結合資料包絡分析在變動規模報酬與固定規模報酬模式與 Tobit 分析芬蘭 291 所中學 1989-1991 年的效率差異，發現父母教育程度會提高相對效率的平均值，而班級數或學生數少的無效率學校，其學校大小並不影響效率值，而公立學校的效率表現比私立學校優異。

伍、研究方法

評估經營績效最關鍵的因素就是投入與產出因子之相對重要性，藉由相對重

要性將各因子整合為單一指標，以為評比。決定因子的重要性，傳統做法乃以迴歸分析決定各因子隱含的權重，然而該法僅適用於單一產出，無法處理多產出之情況。為改善該限制，義大利經濟學家 V. Pareto 在 20 世紀初提出非凌駕解（non-dominance solution）的概念，本研究所採取的資料包絡分析法就是採用該觀念以評估一群體決策單位之相對效率，分析軟體採用 Frontier Analysis 進行計算。

陸、資料來源及指標說明

本研究以附錄一所列之臺灣地區高級中學為分析樣本，蒐集這些學校 87 學年度基本資料，計有投入項：學生總人數、班級數、合格教師率、教師學歷、經常門、資本門；以及產出項：升學率、中途離校率、畢業率等指標。以上各指標之資料來源為教育部研究委員會 87 學年度高級中學現況調查，各指標定義如表 2：

表 2 各指標之操作型定義

指標	操作型定義
學生總人數	該校學生總人數（包含正規班、補校、實用技能班與建教合作班之編制內學生人數，不包括國中技藝班與專長班）
學校班級數	學校班級總數（包含正規班、補校、實用技能班與建教合作班之編制內班數，不包括國中技藝班與專長班）
合格教師率	取得合格教師證之編制內正式教師人數占總教師員額編制比率之倒數。
教師學歷	具有碩士（含四十學分班）學歷以上之教師人數占員額編制教師人數之比率
經常門	87 學年度或會計年度之會計決算經常門總額（以仟元計）
資本門	87 學年度或會計年度之會計決算資本門總額（以仟元計）
升學率	畢業生（包括考上一般公（私）立大學、技術學院、科技大學、四技、二專、進專、軍警學校等日夜間部）的各升學管道學生比率
中途離校率	當年度該校中途輟學、休、退學、轉學之學生比率（包含正規班、補校、實用技能班與建教合作班）
畢業率	該校應屆畢業學生總人數所占該屆入學人數之比率（包含正規班、補校、實用技能班與建教合作班）

柒、研究結果與討論

本研究首先以 CCR 模式分析學校的整體相對效率，再以 BCC 模式分析其相對的技術效率，並由此二者的比值求得規模效率值（整體效率、技術效率與規模效率的分析結果如附表二），以探討教育監控指標系統的結果。茲分述如下：

一、整體效率分析

根據 CCR 模式評估整體效率時，若所求效率值為 1 時，代表該決策單位達相對有效率，若其值小於 1 時，則代表該決策單位為相對無效率。技術效率則是指以現有的投入組合，生產最大產出組合的量，或是在現在既定的產出組合量下，所投入最少的投入組合量，以 BCC 模式求取在既定的產出組合量下，所投入最少的投入組合量的技術效率，而分析技術效率代表的意義即是觀察各高中職學校所投入資源的配置組合是否為最佳組合的情形，其強調的是資源配置的恰當程度。同樣的，若所得效率值為 1 時，代表該決策單位達技術效率，反之，則代表該決策單位為無技術效率。

根據表 3 發現全國公立高中職學校的整體效率分析達到相對有效率（CCR 效率值為 1 者）的學校共 34 所，為全部學校的 16.19%，其中公立高職 13 所，占公立高職學校 13.4%；公立高中為 21 所，占公立高中學校 18.58%。效率值在 1 至 0.9 之間的學校共 57 所，占全部學校的 27.14%，公立高職 25 所占 25.77%，公立高中 32 所，占 28.32%。效率值在 0.9 至 0.8 之間的學校共 64 所，占全部學校的 30.48%，公立高職 26 所占 26.8%，公立高中 38 所，占 33.63%。換言之，效率值 0.8 以上占有公立高中職學校數之 73.81%。其他未達效率值 0.8 者，公立高職 33 所，公立高中 22 所，占有公立高中職學校數之 26.19%。由此可見在達到有效率的學校方面，公立高中學校普遍的表現比公立高職學校好。

表 3 整體效率 (CCR) 值次數分配統計表

效率值 (E)	學校數		百分比 (%)	高中職合計百分比 (%)	累積百分比 (%)	高中職合計累積百分比 (%)
E=1	高職	13	13.4	16.19	13.40	16.19
	高中	21	18.58		18.58	
0.9<E<1	高職	25	25.77	27.14	39.17	43.33
	高中	32	28.32		46.90	
0.8<E<0.9	高職	26	26.80	30.48	65.97	73.81
	高中	38	33.63		80.53	
0.7<E<0.8	高職	25	25.77	20.48	91.74	94.29
	高中	18	15.93		96.46	
0.6<E<0.7	高職	5	5.15	3.33	96.89	97.62
	高中	2	1.77		98.23	
0.5<E<0.6	高職	2	2.06	1.91	98.97	99.52
	高中	2	1.77		100	
0.4<E<0.5	高職	1	1.03	0.48	100	100
	高中	0	0.00		100	

二、技術效率分析

上述 CCR 模式是用來衡量整體效率，而 BCC 模式則藉由計算出現有規模之下的純粹技術效率值。本研究使用 Frontier Analyst 軟體將固定規模報酬改用變動規模報酬模式，計算出 BCC 產出導向之純粹技術效率值（如表 4 所示），發現全國公立高中職學校具有技術效率的學校共 66 所，為全部學校的 31.43%，其中公立高職 24 所，占公立高職學校 24.74%；公立高中為 42 所，占公立高中學校 37.17%。效率值在 1 至 0.9 之間的學校共 71 所，占全部學校的 33.81%，公立高職 32 所占 32.99%，公立高中 39 所，占 34.51%。效率值在 0.9 至 0.8 之間的學校共 58 所，占全部學校的 27.62%，公立高職 32 所占 32.99%，公立高中 26 所，占 23.01%。換言之，效率值 0.8 以上占有公立高中職學校數之 92.86%。其他未達效率值 0.8 者，公立高職 9 所，公立高中 6 所，占有公立高中職學校數之 7.14%。由此可見在純粹技術效率方面，公立高中學校仍然普遍的表現比公立高職學校好。

表 4 技術效率 (BCC) 次數分配統計表

效率值 (E)	學校數		百分比 (%)	高中職合計百分比 (%)	累積百分比 (%)	高中職合計累積百分比 (%)
E=1	高職	24	24.74	31.43	24.74	31.43
	高中	42	37.17		37.17	
0.9<E<1	高職	32	32.99	33.81	57.73	65.24
	高中	39	34.51		71.68	
0.8<E<0.9	高職	32	32.99	27.62	90.72	92.86
	高中	26	23.01		94.69	
0.7<E<0.8	高職	6	6.19	5.24	96.91	98.1
	高中	5	4.42		99.12	
0.6<E<0.7	高職	2	2.06	0.95	98.97	99.05
	高中	0	0		99.12	
0.5<E<0.6	高職	1	1.03	0.95	100	100
	高中	1	0.88		100	

三、規模效率分析

至於規模效率係指所生產的產量與資源投入量的比例情形，當所獲得的產量與所投入資源的量成等比例增加時，則具有規模效率，若當不成等比例增加時（遞增或遞減），則代表不具規模效率。規模效率與技術效率的差別在於規模效率所關心的是所獲得的產量與所投入資源量的比例情形，而技術效率則是關心資源配置組合是否恰當的程度，而規模效率的衡量則可由整體效率與技術效率的比值求得，若效率值為 1 時，代表該決策單位具有規模效率，即產量隨投入量的增加而成等比例增加，稱之為固定規模報酬，若其值小於 1 時，則代表該決策單位為無規模效率，規模報酬可能為遞增或遞減。根據表 5 所示，發現全國公立高中職學校具有規模效率的學校共 37 所，為全部學校的 17.62%，其中公立高職 15 所，占公立高職學校 15.46%；公立高中為 22 所，占公立高中學校 19.47%。效率值在 1 至 0.9 之間的學校共 135 所，占全部學校的 64.29%，公立高職 63 所占 64.95%，公立高中 72 所，占 63.72%。效率值在 0.9 至 0.8 之間的學校共 28 所，占全部學校的 13.33%，公立高職 14 所占 14.43%，公立高中 14 所，占 12.39%。換言之，

效率值 0.8 以上占有所有公立高中職學校數之 95.24%。其他未達效率值 0.8 者，公立高職 5 所，公立高中 5 所，占有所有公立高中職學校數之 4.76%。由此可知規模效率方面，公立高中學校表現仍優於公立高職學校。

表 5 規模效率次數分配統計表

效率值 (E)	學校數		百分比 (%)	高中職合計百分比 (%)	累積百分比 (%)	高中職合計累積百分比 (%)
E=1	高職	15	15.46	17.62	15.46	17.62
	高中	22	19.47		19.47	
0.9<E<1	高職	63	64.95	64.29	80.41	81.91
	高中	72	63.72		83.19	
0.8<E<0.9	高職	14	14.43	13.33	94.84	95.24
	高中	14	12.39		95.58	
0.7<E<0.8	高職	4	4.12	3.81	98.97	99.05
	高中	4	3.54		99.12	
0.6<E<0.7	高職	1	1.03	0.95	100	100
	高中	1	0.88		100	

四、參考集合分析

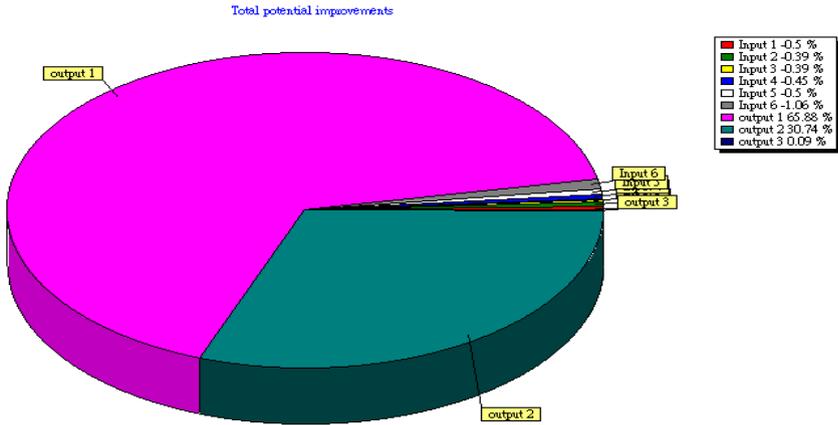
當一個決策單位的效率值為 1 時，代表此決策單位落在效率前緣上，因而成為其他相對無效率決策單位的參考對象，藉以分析其效率值以及其投入與產出的改善空間，由於 CCR 模式未能針對相對有效率的決策單位進一步區分其效率強度，因此，依照 Doyle 與 Green (1993) 的做法，以相對有效率的決策單位被參考次數的多寡，作為進一步從這些相對有效率的決策單位區分出真正有效率的決策單位。當一有效率學校被參考的次數越多，即代表其越具有真正效率，亦即成為其他多數學校所參考的依據，因此，其效率表現成為這些學校的楷模。由表 6 可知，豐原高中（編號 149）被其他相對無效率之學校參考的次數 162 次最多，其次為新店高中（編號 121）121 次、彰化高中（編號 111）113 次、臺灣師範大學附中（編號 147）70 次、高雄師範大學附中（編號 160）66 次、臺南高護（編號 83）58 次、中和高中（編號 166）27 次、南投高中（編號 107）21 次等，以此

類推，共計高中 21 所、高職 13 所。由此統計可知，公立高中職相對有效率 1 的學校中，仍以公立高中表現較公立高職為佳。

表 6 參考集合次數統計

次數	DMU	次數	DMU	次數	DMU
162	149	20	45	7	120
121	121	19	51	6	68, 153
113	111	17	214	5	90, 54, 212, 211
70	147	13	101	4	115
66	160	12	187	3	84, 111, 135
58	83	11	220	2	95, 86
27	166	10	73	1	70, 182, 171
21	107	9	118		

由上述結果進行討論得知，公立高中不論在整體效率、技術效率、規模效率皆優於公立高職的表現。欲探究其因，可進一步利用差額變數分析以瞭解其投入與產出項改善的空間。根據圖 2、圖 3 顯示，當變項所需改善累積百分比占所有相對比例越大者，則表示該項目是造成學校相對無效率的可能主要因素之一，也就是學校應重視該變項的經營管理。換言之，無效率的公立高中職要達整體效率（CCR 模式）須做改善的項目在產出項方面優先次序以升學率占 65.88% 以及中途輟學率占 30.74%；至於投入項方面以資本門占 1.06% 優先。至於在技術效率（BCC 模式）方面，須做改善的項目在產出項方面優先次序以中途輟學率占 62.04% 以及升學率占 36.39%；至於投入項方面以資本門占 0.55% 優先。



註：a.投入項：學生總數（input4）、學校班級數（input1）、合格教師率（input2）、教師學歷（input3）、經常門（input5）、資本門（input6）
b.產出項：升學率（output1）、中途輟學率（output2）、畢業率（output3）

圖 2 公立高中職無效率學校之差額變數分析之 CCR 模式部分

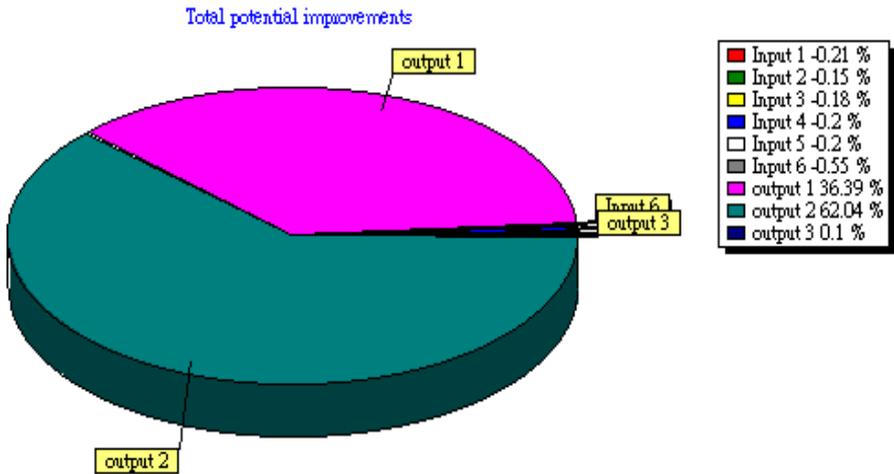


圖 3 公立高中職無效率學校之差額變數分析之 BCC 模式部分

捌、結 語

本研究應用資料包絡分析應用於監控指標系統的效率評估上，希望藉由資料包絡分析之各項特性建構一套完整、可行及提供教育政策決策建議的績效性監控模型，而本研究透過公立高中職實證資料的分析結果，發現不論在整體效率、技術效率以及規模效率等向度的表現，公立高中皆優於公立高職，並得知無效率的公立高中職在整體效率（CCR 模式）方面，須做改善的項目在產出項方面優先次序以升學率以及中途輟學率；至於投入項方面以資本門優先。至於在技術效率（BCC 模式）方面，須做改善的項目在產出項方面優先次序以中途輟學率以及升學率；至於投入項方面以資本門優先。

本研究對於監控指標系統的建構與應用提出以下建議，使用資料包絡分析評估模式除了可區分相對效率之外，相對無效率學校的相對效率值可作為學校排名的依據，而相對有效率的學校雖然其效率值為 1，但可藉由參考集合分析中，有效率學校被參考的次數，進一步將相對有效率學校做排名。因此，可利用資料包絡分析模式作為學校績效評估的數量化監控模型。並可利用資料包絡分析的診斷性功能，找出學校無效率的因素，從而調整學校資源的配置情形或經營規模的大小，以作為學校改善績效的政策參考。資料包絡分析模式可進一步針對無效率之學校提供確切的改善幅度與方向之相關資訊，透過差額變數的分析顯示，相對無效率的學校皆有其必須改善的空間，因此無效率的學校可依據其各自的目標值，調整其各投入與產出項目的幅度，以作為學校經營管理與資源配置的改善依據，並調整學校管理的方向。對於相對改善幅度較大的項目，學校應特別予以重視，經營管理者應適時調整學校的管理方向，以改善學校的管理效率，提昇學校績效。同時政府對於教育監控必須建立刺激教育管理效率的預算制度與補助制度，以形成對學校經營管理的外部壓力。

參考文獻

- Anderson, L., Walberg, H. J., & Weinstein, T. (1998). Efficiency and effectiveness analysis of Chicago public elementary school: 1989, 1991, 1993. *Educational Administration Quarterly*, 34(4), 484-504.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- Bessent, A., Bessent, W., Kennington, J., & Reagan, B. (1981). *A fractional programming model for determining the efficiency of decision making units*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 203535)
- Bessent, A., Bessent, W., Kennington, J., & Reagan, B. (1982). An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district. *Management Science*, 28(12), 1355-1367.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Doyle, J., & Green, R. (1993). Data envelopment analysis and multiple criteria decision making. *Omega*, 21(6), 713-715.
- Engert, F. M. (1995). A study of school district efficiency in New York State using data envelopment analysis. *Dissertation Abstracts International*, 56(7), 2502A. (UMI No. 9538079)
- Fare, R., Geoskopf, S., & Weber, W. L. (1989). Measuring school district performance. *Public Finance Quarterly*, 17(4), 409- 428.
- Fitz-Gibbon, C. T. (1996). *Monitoring education: Indicators, quality and effectiveness*. London: Cassell.
- Husén, T., & Tuijnman, A. C. (1994). Monitoring standards in education: Why and how it came about. In A. C. Tuijnman & T. N. Postlethwaite (Eds.), *Monitoring the standards of education* (pp. 1-21). New York: Pergamon.
- Johnson, B. L. (1999). The politics of research: Information use in the education policy arena. *Educational Policy*, 13(1), 23-36.
- Johnstone, J. N. (1981). *Indicators of education system*. Paris: UNESCO.
- Kirjavainen, T., & Loikkanen, H. A. (1998). Efficiency differences of Finnish senior secondary schools: An application of DEA and Tobit analysis. *Economics of Education Review*, 17(4),

377-394.

- Oakes, J. (1986). *Educational indicators: A guide for policy makers*. New Brunswick, NJ: Center for Policy Research in Education.
- Odden, A. (1990). Educational indicators in the United States: The need for analysis. *Educational Researcher*, 19(5), 24-29.
- Postlethwaite, T. N. (1994). Monitoring and evaluation in different systems. In A. C. Tuijnman & T. N. Postlethwaite (Eds.), *Monitoring the standards of education* (pp. 23-46). New York: Pergamon.
- Ray, S. C. (1991). Resource-use efficiency in public school: A study of Connecticut data. *Management Science*, 37(12), 1620-1628.
- Shavelson, R., McDomnell, L., Oakes, J., & Carey, N. (1987). *Indicator systems for monitoring mathematics and science education*. Santa Monica, CA: RAND.
- Willms, J. D. (1992). *Monitoring school performance: A guide for educators*. London: The Falmer Press.
- Windham, D. M., Chapman, D. W., & Walberg, H. J. (1990). *Evaluation of educational efficiency: Constraints, issues, and policies*. New York: JAI Press.
- Zomorrodian, M. R. (1990). Guidelines for improving efficiency in elementary schools in Western Massachusetts: A data envelopment analysis approach. *Dissertation Abstracts International*, 51(7), 2264A. (UMI No. 9035426)

附錄一

公立高中職編號一覽表（高職部分）

編號	校名	編號	校名	編號	校名
1	瑞芳高工	2	三重商工	3	海山高工
4	淡水商工	5	宜蘭高商	6	羅東高商
7	蘇澳海事	8	羅東高工	9	頭城家商
10	國立宜蘭技術學院附工	11	龍潭農工	12	桃園農工
13	中壢高商	14	中壢家商	15	關西高農
16	大湖農工	17	苗栗農工	18	苗栗高商
19	豐原高商	20	大甲高工	21	東勢高工
22	沙鹿高工	23	霧峰農工	24	國立彰師大附工
25	永靖高工	26	二林工商	27	秀水高工
28	彰化高商	29	員林農工	30	崇實高工
31	員林家商	32	北斗家商	33	仁愛高農
34	埔里高工	35	南投高商	36	草屯商工
37	水里商工	38	虎尾農工	39	西螺農工
40	斗六家商	41	北港農工	42	土庫商工
43	民雄農工	44	新化高工	45	白河商工
46	北門農工	47	曾文家商	48	新營高工
49	玉井工商	50	臺南高農	51	臺南高工
52	曾文農工	53	旗山農工	54	岡山農工
55	鳳山商工	56	內埔農工	57	屏東高工
58	佳冬高農	59	東港海事	60	恆春工商
61	臺東農工	62	關山工商	63	臺東高商
64	成功商業水產	65	花蓮高農	66	花蓮高工
67	花蓮高商	68	光復商工	69	澎湖海事高職
70	基隆海事	71	基隆商工	72	新竹高商
73	新竹高工	74	臺中家商	75	臺中高農
76	臺中高工	77	臺中高護	78	華南高商
79	嘉義高工	80	嘉義高商	81	嘉義家職
82	臺南高商	83	臺南高護	84	臺南海事
85	市立松山家商	86	市立松山工農	87	市立大安高工
88	市立木柵高工	89	市立南港高工	90	市立內湖高工
91	市立士林高商	92	市立海青工商	93	市立三民家商
94	市立高雄高工	95	市立高雄高商	96	市立中正高工
97	國立金門農工				

(續) 公立高中職編號一覽表 (高中部分)

編號	校名	編號	校名	編號	校名	編號	校名
98	家齊女中	99	嘉義高中	100	桃園高中	101	鹿港高中
102	臺南二中	103	新營高中	104	大甲高中	105	北門高中
106	員林高中	107	南投高中	108	新竹女中	109	岡山高中
110	苗栗高中	111	彰化高中	112	中興高中	113	泰山高中
114	臺中一中	115	體育實中	116	花蓮女中	117	臺中女中
118	北港高中	119	鳳新高中	120	馬祖高中	121	新店高中
122	新莊高中	123	宜蘭高中	124	羅東高中	125	埔里高中
126	臺南二中	127	臺南女中	128	屏東女中	129	善化高中
130	東石高中	131	新豐高中	132	新營高中	133	竹南高中
134	卓蘭實中	135	花蓮高中	136	中壢高中	137	基隆高中
138	斗六高中	139	新竹高中	140	文華高中	141	嘉義女高
142	武陵高中	143	潮州高中	144	新化高中	145	馬公高中
146	旗美高中	147	臺師大附中	148	板橋高中	149	豐原高中
150	臺南一中	151	楊梅高中	152	屏東高中	153	臺東女高
154	臺東高中	155	後壁高中	156	彰化女中	157	竹北高中
158	基隆女中	159	玉里高中	160	高師大附中	161	臺中二中
162	虎尾高中	163	華僑高中	164	溪湖高中	165	鳳山高中
166	中和高中	167	清水高中	168	三重高中	169	竹東高中
170	玉里高中	171	蘭陽女中	172	陽明高中	173	金門高中
174	竹山高中	175	竹科實中	176	大灣中學	177	仁武中學
178	興華中學	179	永平中學	180	苑裡中學	181	三重中學
182	雙溪中學	183	清水中學	184	新社中學	185	金山中學
186	明德中學	187	蘭嶼中學	188	石碇高中	189	安康中學
190	秀峰高中	191	海山中學	*192	樹林中學	193	和平高中
194	華江高中	195	景美女高	196	成功高中	197	松山高中
198	大同高中	199	三民高中	200	三民中學	201	內湖高中
202	中山高中	203	高雄女中	204	大理高中	205	西松高中
206	明倫高中	207	永春高中	208	中正高中	209	小港高中
210	高雄中學	211	北一女中	212	新莊高中	213	復興高中
214	中山女高	215	陽明中學	216	前鎮高中	217	瑞祥高中
*218	建國中學	219	左營高中	220	成德中學		

註：其中打*者，因畢業人數未填答（192與218），故以缺失值處理，未列入分析。

附錄二

公立高中職各模式參數數值表

DMU	CCR 效率值	BCC 效率值	規模效率
1	80.25	91	0.88186813
2	81.02	86.29	0.93892687
3	90.47	96.74	0.9351871
4	82.92	83.9	0.98831943
5	68.42	74.5	0.91838926
6	82.8	83.49	0.99173554
7	75.92	87.84	0.86429872
8	72.6	80.84	0.89807026
9	75.39	80.07	0.94155114
10	91.47	99.63	0.91809696
11	94.8	96.9	0.97832817
12	94.15	96.86	0.97202147
13	95.15	96.1	0.99011446
14	84.04	100	0.8404
15	90.92	100	0.9092
16	87.97	95.02	0.92580509
17	88.73	93.03	0.95377835
18	68.78	84.02	0.81861462
19	76.18	77.86	0.97842281
20	89.61	90.34	0.99191942
21	97.03	100	0.9703
22	75.9	85.54	0.88730419
23	77.94	90.18	0.86427146
24	89.72	89.72	1
25	97.44	100	0.9744
26	88.31	90.75	0.97311295
27	64.44	64.7	0.99598145
28	80.28	80.35	0.99912881
29	76.66	86.8	0.88317972
30	92.95	96.49	0.96331226
31	58.75	66.65	0.88147037
32	71.51	77.01	0.9285807
33	100	100	1
34	88.39	88.89	0.99437507
35	74.86	84.43	0.88665166
36	84.55	87.59	0.96529284
37	70.58	95.98	0.73536153
38	70.18	71.94	0.97553517
39	78.86	85.52	0.92212348
40	75.97	80.92	0.93882847

41	92.25	95.07	0.97033765
42	78.05	86.16	0.90587279
43	94.68	97.23	0.97377353
44	79.65	85.92	0.92702514
45	100	100	1
46	65.77	85.8	0.76655012
47	94.8	95.75	0.99007833
48	83.9	90.74	0.92461979
49	93.88	97.73	0.96060575
50	80.8	87.5	0.92342857
51	100	100	1
52	91.91	94.64	0.97115385
53	92.77	92.77	1
54	100	100	1
55	81.81	86.56	0.94512477
56	82.33	93.05	0.88479312
57	98.99	100	0.9899
58	74.8	86.85	0.86125504
59	83.83	89.07	0.94116987
60	97.35	100	0.9735
61	97.06	100	0.9706
62	91.08	92.24	0.98742411
63	79.63	85.53	0.93101836
64	100	100	1
65	73.09	93.29	0.7834709
66	83.34	93.85	0.88801279
67	78.84	82.73	0.95297957
68	100	100	1
69	85.61	93.32	0.91738105
70	100	100	1
71	83.96	87.02	0.96483567
72	86.99	90.45	0.96174682
73	100	100	1
74	79.87	81.4	0.98120393
75	78.86	87.37	0.90259815
76	98.83	98.84	0.99989883
77	93.64	100	0.9364
78	76.26	79.79	0.95575887
79	83.56	91.01	0.91814086
80	68.62	75.02	0.91468942
81	95.02	100	0.9502
82	79.21	80.86	0.97959436
83	100	100	1
84	100	100	1
85	78.98	84.57	0.93390091

86	100	100	1
87	83.94	93.23	0.90035396
88	96.71	99.35	0.97342728
89	74.63	95.41	0.78220312
90	100	100	1
91	46.08	51.67	0.89181343
92	56.63	81.64	0.69365507
93	85.89	86.77	0.98985825
94	89.23	92.62	0.96339883
95	100	100	1
96	95.01	100	0.9501
97	90.6	100	0.906
98	78.25	84.67	0.92417621
99	89.83	90.5	0.99259669
100	78.79	80.99	0.97283615
101	100	100	1
102	91.2	100	0.912
103	82.53	87.5	0.9432
104	79.89	92.46	0.86404932
105	91.75	94.32	0.97275233
106	85.39	88.63	0.96344353
107	100	100	1
108	87.21	87.58	0.99577529
109	90.15	93.71	0.96201046
110	87.23	93.41	0.93384006
111	100	100	1
112	83.43	93.98	0.88774207
113	83.25	92.38	0.90116908
114	93.48	93.63	0.99839795
115	100	100	1
116	79.21	100	0.7921
117	95.67	98.61	0.97018558
118	100	100	1
119	89.21	91.85	0.97125749
120	100	100	1
121	100	100	1
122	82.89	86.76	0.95539419
123	85.94	100	0.8594
124	86.12	89.72	0.95987517
125	99.77	100	0.9977
126	91.2	100	0.912
127	69.44	100	0.6944
128	85.85	88.65	0.96841512
129	93.1	96	0.96979167
130	84.86	89.75	0.94551532

131	90.46	93.21	0.97049673
132	82.53	87.5	0.9432
133	92.77	95.21	0.97437244
134	84.69	96.99	0.8731828
135	100	100	1
136	85.22	90.34	0.94332522
137	84.56	93	0.90924731
138	94.36	100	0.9436
139	89.03	94.91	0.93804657
140	92.6	93.75	0.98773333
141	95.69	100	0.9569
142	89.44	96.28	0.92895721
143	78.17	84.68	0.92312234
144	81.14	85.83	0.9453571
145	83.49	84.04	0.9934555
146	94.31	95.31	0.98950792
147	100	100	1
148	88.91	92.56	0.96056612
149	100	100	1
150	89.82	90.69	0.99040688
151	83.14	93.76	0.88673208
152	79.15	82.95	0.95418927
153	100	100	1
154	79.18	91.18	0.86839219
155	88.55	91.1	0.97200878
156	92.59	96.79	0.95660709
157	86.6	100	0.866
158	81.33	90.87	0.89501486
159	96.78	100	0.9678
160	100	100	1
161	100	100	1
162	88.74	89.22	0.99462004
163	96.69	100	0.9669
165	93.26	100	0.9326
166	100	100	1
167	98.04	98.14	0.99898105
169	74.75	84.25	0.88724036
170	96.78	100	0.9678
171	100	100	1
172	83.38	86.26	0.96661257
173	94.35	96.52	0.97751761
174	70.51	100	0.7051
175	79.88	82.36	0.9698883
176	97.15	100	0.9715
177	99.06	100	0.9906

179	58.55	59.14	0.99002367
181	78.15	79.58	0.98203066
182	100	100	1
183	78.07	89.38	0.87346162
185	86.69	100	0.8669
186	77.65	98.37	0.78936668
187	100	100	1
190	74.44	74.44	1
191	88.92	89.78	0.99042103
193	92.64	96.41	0.96089617
194	82.16	92	0.89304348
195	94.59	94.92	0.99652339
196	65.1	73.72	0.88307108
197	99.02	99.96	0.99059624
198	83.26	91.02	0.91474401
199	79.94	86.85	0.92043754
200	71	79.87	0.88894453
201	90.34	94.69	0.95406062
202	85.75	88	0.97443182
203	96.24	100	0.9624
204	53.13	74.46	0.71353747
206	98.87	100	0.9887
207	77.7	86.18	0.9016013
208	94.32	100	0.9432
209	74.95	82.12	0.91268875
210	84.15	84.34	0.99774721
211	100	100	1
212	100	100	1
213	87.88	92.68	0.94820889
214	100	100	1
215	85.51	85.74	0.99731747
216	84.86	90.78	0.9347874
217	93.28	100	0.9328
219	93.93	94.4	0.99502119
220	100	100	1
DMU	CCR 效率值	BCC 效率值	規模效率
平均值	87.040381	92.0587619	0.94451752
達效率個數	高職 13 高中 21 共計 34	高職 24 高中 42 共計 66	高職 15 高中 22 共計 37