

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

<http://joemls.tku.edu.tw>

Vol. 49 , no. 3 (Spring 2012) : 343-367

資料包絡分析法應用於圖書館電子資料庫使用績效之
研究

Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Library
Electronic Databases

黃明居 Ming-Jiu Hwang

Associate Professor

E-mail: mjhwang@lib.nctu.edu.tw

謝建成 Jiann-Cherng Shieh

Professor

E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

謝志佳 Chih-Chia Hsieh

Master

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)



資料包絡分析法應用於圖書館 電子資料庫使用績效之研究

黃明居*

副教授
國立交通大學圖書館
E-mail: mjhwang@lib.nctu.edu.tw

謝建成

教授
國立台灣師範大學圖書資訊學研究所
E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

謝志佳

碩士生
國立台灣師範大學圖書資訊學研究所

摘要

圖書館電子資源之購置成本逐年增加，如何評估電子資源之使用績效為一重要之課題。本研究應用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)進行電子資源的使用績效評估，包括電子資源之效率分析、差額分析與敏感度分析等，並以台灣某大學圖書館2010-2011年所購買的資料庫作實證分析。結果發現，資料包絡分析法可根據電子資料庫各項投入產出項的變數，進行各電子資料庫最大化效率值的計算，並提供效率值的比較、未達效率之電子資料庫改善方法等，較過去評量方法提供更多元且客觀的資訊給予決策者參考。

關鍵詞：資料包絡分析法，圖書館電子資料庫，使用績效

前 言

隨著資訊科技的進步，以及讀者對於資訊使用行為的改變，圖書館電子資源的重要性逐漸提升，而電子資源的購置成本在圖書館的年度費用亦逐年

*本文主要作者兼通訊作者。

遞增。Noh (2010) 指出，韓國的大學圖書館在2000年到2004年，所購買國外的電子資源費用從原本占總費用的10.96%上升到19.0%；美國研究圖書館學會 (Association of Research Libraries, ARL) 報告顯示，在美國，電子資源占圖書館的費用，從1992-1993年的3.5%到1999-2000年的12.88%，成長360%；到2005-2006年，電子資源在圖書館費用更提高至40.95%，成長320%。台灣方面，根據2009年中華民國圖書館年鑑的統計，大專校院圖書館購置的圖書資料費用中，電子資源占圖書費用比例從2005年的30.31%，到2008年已上升到40.01%；而紙本圖書與紙本期刊的費用比例則分別下降約3和5個百分點，足以顯示電子資源在圖書館的穩定成長 (陳雪華、張慈玲，2009)。

但儘管電子資源的發展快速、費用比例吃重，圖書館在電子資源的評鑑上還是相對的不足，這使圖書館在電子資源的合約到期，面臨是否要續訂或刪訂該資源的問題時，缺乏可以依據的資訊。Flynn (2004) 提到，數位館藏快速增加，圖書館越來越難使用傳統的館藏評鑑方法來進行現在的館藏評鑑，傳統方法並不完全適合現在的環境，而圖書館必須朝最有經濟效益的方向來管理，特別是成本分析和成本控制。但儘管學者對電子資源的評鑑方法多有討論，至今電子資源的評鑑指標尚未明確的被定義出來 (Noh, 2010)。

資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 係一種績效評量工具，它可以綜合投入與產出的因子，自動給予各受評單位適當的權數，計算各個被評估單位相對來說最佳化的效率值，依此找出投入最小、產出最大、最有效率的單位，並可建議各單位應如何改善，才能使未達效率的單位達到最佳效率 (Charnes, et al., 1978)。此方法在圖書館界已行之有年，如高強應用DEA方法探討台灣24所大學圖書館之經營績效並進行排序 (Yao, et al., 1998; 2004)；謝寶煖使用DEA分析台北市立圖書館33所分館之服務績效 (謝寶煖，2000)，Reichmann使用DEA方法，針對美國95所研究型大學圖書館進行績效評估 (Reichmann, 2004) 並分析比較不同國家之大學圖書館營運績效 (Reichmann et al., 2010)。然而，所有文獻均以DEA方法評估圖書館整體績效，尚未單獨以電子資源作深入評估。

因此，本研究以圖書館所購買電子資源中的電子資料庫為研究對象，除探討圖書館在面臨電子資料庫合約到期時，採取的續訂或刪訂館藏政策外，將深入分析與彙整評量電子資料庫時，需考量的因素，並將分析結果應用在DEA的投入與產出因子。依據執行的結果，期能提供圖書館決策者在評估資料庫的使用績效時，有一客觀的參考資訊，並對未達效率的資料庫提出改善的建議。

本文第二部分將探討目前電子資源的相關評估方法，彙整目前圖書館對於電子資料庫的續訂與刪訂等政策方針，藉此了解圖書館在面臨電子資料庫續刪等問題時，評選電子資料庫的考量因素；第三部分介紹DEA之模式，說明資料

包絡分析法的原理、優點與模式求解方法；第四部分說明本研究之設計與實施步驟，包括投入與產出項目的選擇等；最後以某大學圖書館作為實證研究的對象，驗證資料包絡分析法在圖書館電子資料庫評估的可行性。

二、圖書館電子資料庫評估

(一) 台灣大學圖書館電子資源續訂刪訂準則

台灣圖書館館藏發展政策對於其電子資源在面臨續訂和刪訂時的考量部分，並未明確描述。大致而言，在電子資料庫採購上，圖書館會以現有版本資料庫續訂、現有版本資料庫升級、全文資料庫的購買、以館際合作聯盟方式採購、是否有相似內容、使用權與擁有權的取舍等作為考量(國立臺北科技大學圖書館，2004；國立高雄師範大學圖書館，2005；國立彰化師範大學圖書館，2006)；而成功大學、慈濟大學等校將採購、續訂及刪訂原則分開考量，續訂的評估原則為：高使用率、低成本效益、電子資料庫具獨特性及延續性、與同質性電子料庫之比較佳者、長期訂購有固定漲幅保障等；而刪訂的評估原則為：費用不足、高成本效益、有可取代之其他資源或資源內容有重覆者(國立成功大學圖書館，2005；黃順發，2010)。臺師大圖書館的2010年館藏發展政策則對於電子資源的考量原則有較明確的指出：每年進行電子期刊資料庫使用統計分析，若該資料庫單筆使用價格高於國內外館際合作或文獻傳遞費用，或費用不足時，即納入刪訂之考量，而各類電子資源，以能整合到圖書館之整合查詢系統，有永久使用權者優先進行續訂的考量(國立台灣師範大學圖書館，2010)。

綜合上述，可發現各圖書館在館藏發展政策上並無明確訂出資料庫的比較方式、計算方法，但對於資料庫的評估上大致具有相同考量方向，如有無全文、高使用率、低成本效益、電子資料庫的獨特性及延續性、使用價格須低於實體文獻傳遞費用等。

(二) 電子資源的使用統計

近年電子資源各式評量的工具、標準陸續被提出，供應商以及圖書館也持續的溝通，試著找出統一這些評量工具的方法，但目前仍未有統一的計算方法。王梅玲(2006)指出，電子資源的使用統計有著名詞與定義不一致的嚴重問題。各個代理商之間所定義的統計名詞(例如：連線數、檢索數、全文下載等)有不同的意義，需要制定標準與指南，以保障代理商與圖書館獲得的使用資訊有相容性，可統一製作報告。陳雪華(2007)探討國內外電子資源使用統計的相關規範及標準，包括ISO2709、ICOLC Guild Lines、Z39.7、E-Metrics與Project COUNTER等。Grogg與Fleming-May(2010)則提到，在COUNTER等計畫出

現之前，各家廠商自己所記錄的使用資訊，因為定義不同而有不同的算法，要拿兩家資料庫廠商所提供的「統計資料」來比較，根本就像是拿蘋果和橘子在相比 (comparing apples and oranges)，是不可行的。而近幾年的電子資源計量探討，以E-Metrics與Project COUNTER較為著名，說明如下：

1. E-Metrics

E-Metrics是一種網站績效評估計量方法，它可以測量網站的「成功度」(metrics for measuring web site success)，被認為是可用科學方法檢驗網站瀏覽數的工具。在2000年5月時，ARL為了幫助圖書館發展電子資源的統計與衡量績效的方法，由美國佛羅里達州立大學的McClure和Shim負責領導，進行了E-Metrics計畫(葉譔欽，2006)。

在計畫的最後報告中，提出了五個構面的電子資源評鑑建議，包括：使用者取用電子資源構面、網路資源與服務的使用構面、網路資源的費用構面、圖書館數位典藏構面與績效測量構面等，提供圖書館在面臨電子資源評鑑時的一些可參考面向(王梅玲，2006)。

E-Metrics計畫固然累積了相當豐富的經驗及初步成果，不過研發過程中也遭遇了不少困難和挑戰，如缺乏對電子資源使用標準的定義、廠商各自所提供的統計資料不完整、傳遞方式不理想等，致使E-Metrics計畫不能說是完全的融合圖書館的電子計量，但整個E-Metrics計畫在圖書館電子資源計量的探討上，其實是踏出了很大的一步(詹麗萍，2001)。

2. Project COUNTER

2002年，為了使電子資源的統計資料能有一致性(consistent)、可靠性(credible)和可相比性(comparable)等重要特性，國際上成立了一非營利組織Counting Online Usage of Networked Electronic Resources(COUNTER，或稱Project COUNTER)，目的是制定統一的電子資源使用統計報告標準，並在2003年釋出了第一版的COUNTER Code of Practice。

至目前為止，COUNTER共發佈了三份計畫，在計畫一即明確定義計量的要素，如全文紀錄(full-text articles)、連線被拒(turnaways)、搜尋(searches)及連線(sessions)等計量方式，同時，也呼籲廠商依據COUNTER計畫之執行原則設計統計報表，而在計畫二與計畫三中，逐步地修正不同協定間資料的轉換，並發展出如SUSHI(Standardized Usage Harvesting Initiative)的電子資源計量交流平臺，以提供圖書館與廠商更完善的電子資源計量資訊(COUNTER, 2003, 2005, 2008)。

COUNTER的發展，對圖書館和資料庫廠商而言，都有著正面的意義。從圖書館角度看，館員可藉由COUNTER的統計數據來比較不同資料庫的使用情況，並可延伸出如每筆資料被使用時值多少錢(cost per use)，讓圖書館在採購

時有更好的決策依據，進行更有效率的館藏管理；在資料庫廠商方面，除了可經由統一規格，方便的給予圖書館需要的資訊外，也可在同業間進行資訊的交流比較，學習更多的統計模式（葉讓歆，2006）。

3. 我國電子資源統計標準

我國圖書館統計工作已發展相當長的一段時間，「中華民國國家標準」（Chinese National Standards, CNS）是經濟部標準檢驗局所施行的國家統計標準，其中，在圖書館統計標準（CNS13151）方面，於1993年1月28日公布；而為了因應電子資源的發展，國家圖書館於2007年5月2日，進行了修訂計畫，期望電子化的紀錄可以提高圖書館分析統計資料的可能性。

2007年公布的統計標準中，說明了電子圖書館使用評量要素，包含連線、紀錄下載、文獻下載、虛擬到館、檢索、連線時間、連線被拒、網際網路連線等使用情形的統計，但因統計來源不一，導致蒐集資料不完整，因此ISO2789: 2006先不建議現階段圖書館將「電子圖書館相關資源與服務統計」列入正式標準規範，而是以附錄的方式先行處理，藉以測試電子圖書館使用評量項目的可行方式。而CNS13151: 2007則已先行將連線、紀錄下載、文獻下載、虛擬到館、檢索、連線時間、連線被拒、網際網路連線等電子圖書館使用評量指標列入正式的標準規範（林呈潢，2009）。

綜上所述，圖書館在評估電子資料庫的效能時，主要著重於資料庫的使用率、投入費用多寡，以及投入是否符合使用效益、是否具有獨特性、使用權與擁有權、是否聯盟採購等要素；若與圖書館資料庫廠商所提供的電子計量資料綜合來看，研究者將電子資料庫的使用績效評量因子統整如下：資料庫費用、資料庫使用情況，如：連線數、搜尋量、下載量等。本研究將參考這些因子，建立資料包分析模式。

三、資料包絡分析法

資料包絡分析法（DEA）主要是利用柏拉圖最適境界之效率觀念，評估一群決策單位（Decision Making Unit, DMU）之相對效率，該方法所評估出的效率值是在客觀環境下對受評單位最有利的結果（高強、黃旭男、T. Sueyoshi，2003）。

DEA的運作是利用經濟學上「包絡線」的概念，將所有決策單位DMU的投入、產出項投射於幾何圖型中，並用數學規劃計算出其極大或極小值以獲得所謂效率前緣線（efficiency frontier），凡是投入與產出的組合落於效率前緣上，即視為有效率之DMU；反之，若投入與產出的組合落於效率前緣內，則視為無效率之DMU。「效率」在DEA的運用上，只是表示相對的效率評估，非絕對效率，因此僅能指出某些DMU為相對無效率，即使具相對效率，也不代表具有

絕對效率。以評估電子資料庫為例，假設單一投入為資料庫費用(X軸)，單一產出為資料下載量，如圖1所示，E1、E3、E4、E6、E8、E9為相對有效率之DMU，其形成之連線即為效率前緣線，E2、E5、E7為相對無效率之DMU。若要改善較無效率之DMU有三種方式，一為減少投入，如：E2→E1；二為增加產出，如：E7→E8；三為兩者同時減少與增加，如：E5→E4。如此可使無效率之DMU到達相對有效率之前緣線上。

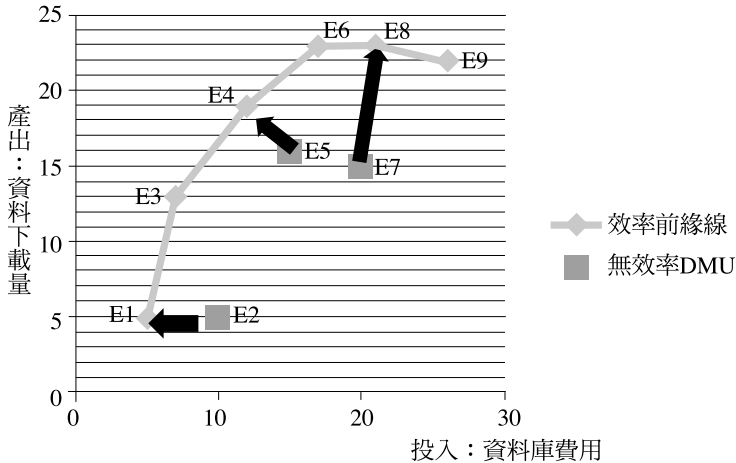


圖1 DEA概念圖

DEA具備多項特性，如(一)DEA可處理多項投入、多項產出之評估問題，且無須預設生產函數之型式，也無須估計函數之參數；(二)以單一數值表示被評估單位投入、產出間的關係，且此數值顯示的是與其他DMU之相對效率，而非絕對效率，符合客觀性；(三)DEA能處理各種不同計量單位的投入與產出要素，且無須預先賦予加權值(pre-assigned weights)；(四)DEA模式中的權重(乘數)是由數學規劃產生，不包含人為主觀成份在內，因而能滿足立足點的公平原則等(吳濟華、何柏正，2008)。以下就DEA之CCR模式說明其相對效率概念及計算方法：

CCR模式為Charnes、Cooper和Rhodes(1978)根據Farrell(1957)的效率衡量理論基礎加以改良，採用固定經濟規模報酬假設，即增加一部分投入，同時會使產出相對一部分的增加。假設 n 個性質相同(homogeneous)的DMU，每一個DMU $_j(j=1, \dots, n)$ 使用 m 項投入 $X_i(i=1, \dots, m)$ ，生產 s 項 $Y_r(r=1, \dots, s)$ 。若要評估第 k 個DMU(以DMU $_k$ 表示)的效率，則可以下列投入與產出比率求之：

$$h_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_r}{\sum_{i=1}^m V_i X_i}$$

其中： Y_r 為第 r 個產出項數量； U_r 為第 r 個產出項權數； X_i 為第 i 個投入項

數量； V_i 為第*i*個投入項權數。

將此觀念應用到同時*n*個 DMU_s 之比較上，Charnes et al. (1978)以下列公式1之分數規劃 (fractional programming) 模式，估計一個目標 DMU_o 之效率值：

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \\ \text{subject to} \\ \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} &\leq 1; i = 1, \dots, n \\ U_r, V_i &\geq \varepsilon \\ r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad \text{公式1}$$

其中， h_0 為目標DMU之效率值； X_{ij} 為第*j*個DMU的第*i*個投入項目數量； Y_{rj} 為第*j*個DMU的第*r*個產出項數量； U_r, V_i 定義同前； ε 為極小的正數，Charnes et al. (1978)稱此為非阿基米德數 (non-archimedean quantity)，其目的是使所有 U_r, V_i 均為正。

公式1之限制式，目的是讓每一個DMU的產出項與投入項之比值介於[0,1]之間，即小於等於1。 U_r, V_i 之最佳係由公式1求解各DMU之效率值時獲得，無需由決策者事前決定。而目標式 $h_0 = 1$ ，則表示此受評之DMU有效率； $h_0 < 1$ ，則受評估DMU為無效率。另一方面，由公式1可知，每個DMU都有其目標規劃式 (共需建立*n*個目標規劃式)，這些規劃式所對應的限制條件都相同，因此所得的效率值是基於相同比較基礎，所求出的效率值是公平的，也是相對的。

由於公式1之分數規劃模式為非線性模式，不易求解，所以將其轉換為線性規劃模式，即令公式1目標式之分母等於1，並將加入限制式中，可得公式2：

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \sum_{r=1}^s U_r Y_{ro} \\ \text{subject to} \\ \sum_{i=1}^m V_i X_{io} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} &\leq 0; j = 1, \dots, n \\ U_r &\geq \varepsilon > 0; r = 1, \dots, s; V_i \geq \varepsilon > 0; i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad \text{公式2}$$

由於公式2中，因變數個數： $(m+s)$ 小於限制式個數 $(n+s+m+1)$ ，故將公式2轉換成對偶命題 (dual)，可以減少限制式的個數為 $(s+m)$ ，使得該模式的

計算更有效率。公式2之對偶命題為：

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s S_r^+ + \sum_{i=1}^m S_i^- \right) \\ & \text{subject to} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^- = \theta X_{io} ; i = 1, \dots, m \quad \text{公式3} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{rj} - S_r^+ = Y_{ro} ; r = 1, \dots, s \\ & S_r^+ \text{ 為第 } r \text{ 個產出變數之差額變數；} \\ & S_i^- \text{ 為第 } i \text{ 個投入變數之差額變數；} \\ & \lambda_j = \text{第 } j \text{ 個 DMU 之權數，其目的在為被評估 DMU 提供所有產出} \\ & \quad \text{項的上界限制與所有投入項的下界限制；} \\ & \theta = \text{DMU}_o \text{ 所有投入量等比率所減之尺度 (scale)；} \\ & \lambda_j, S_r^+, S_i^- \geq 0 ; j = 1, \dots, n ; i = 1, \dots, m ; r = 1, \dots, s \end{aligned}$$

由公式3可求得：當 $\theta = 1$ 且 $S_r^+ = S_i^- = 0$ 時，該 DMU 為有效率，當 $0 < 1$ 該 DMU 為無效率，此時可將相對無效率 DMU 的投入與產出調整為公式4：

$$\begin{aligned} X_{io}^{\wedge} &= \theta^* X_{io} - S_i^{-*} \\ Y_{ro}^{\wedge} &= Y_{ro} + S_r^{+*} \end{aligned} \quad \text{公式4}$$

上標*：表示最佳值

公式4說明了投入應減少 θ^* 之比值與過多的 S_i^{-*} ；而產出應增加短缺的 S_r^{+*} ，才能使原來無效率的 DMU 變為有效率。因此，利用公式2計算 DMU 的相對效率值後，便可由公式3與公式4了解效率改善方向。

由上述介紹可知，DEA 之基本精神在於「相對效率」的觀念，而效率的計算，則以投入項與產出項之比值表示。而在 DEA 方法演進過程中，為解決規模報酬變動問題，Banker、Charnes 與 Cooper (1984) 修正了 CCR 模式中固定規模報酬，發展出 BBC 模式。詳細內容與模式可參考 Banker et al. (1984) 之文章，在此不再贅述。

四、研究設計與實施

本研究採用 DEA 評估圖書館電子資料庫的使用績效，以提供圖書館在面臨決策問題時可參考的客觀資訊。在蒐集相關的文獻後，找出圖書館在評量電子資料庫會使用的因子，並以此當作 DEA 的投入與產出項，設計出評量的模式，最後實際以台灣某大學圖書館為例，進行實證研究，驗證此方法的可行性。

(一) 電子資料庫DMU的選擇

本研究探討的是電子資料庫的使用績效，DMU的選擇將從圖書館付費購買的電子資料庫中，選取適用的資料庫，作為評估的單位。但實務上，圖書館在向廠商購買資料庫時，不盡然是單一資料庫有單一的報價，有些資料庫的廠商會將數個資料庫作為一包裏(package)出售，因此本研究的DMU挑選會同時參考圖書館的購買清單，了解資料庫的購入方式，以單一筆採購項目作為DMU的基準。而就資料庫性質來說，圖書館的資料庫種類繁多，從語言來分有分成西文資料庫與中文資料庫；就收錄資源來看，大部分是以收錄文章為主，但也有提供音樂、影片為主的視聽資源資料庫。在DMU選擇上，各DMU應以具備相同的市場目標，避免極端值的產生為考量選取，因此本研究排除視聽資料庫，以一般收錄期刊、電子書等文獻為主的資料庫為本研究的DMU；又中文資料庫在費用的投入與西文資料庫的差異較大，在本研究中也將不採用。

依上述原則，本研究將參考2010-2011年台灣某大學圖書館購置的電子資料庫清單中，以單一購入項目為單位，並以能符合西文的全文、索摘、電子書資料庫等為條件進行篩選，進行DEA模式的評估。

(二) 投入產出項的選擇

由於DEA評估效率是建立在DMU之投入產出資料上，因此在投入產出項目的選擇相形重要。這也是運用DEA過程重要的關鍵，否則效率評估結果將很容易被扭曲。投入產出項的選取必須要能符合評估的目標，本研究旨在綜合電子資料庫相關的評量指標後，了解電子資料庫的使用績效，而依據第二節所探討歸納的電子資料庫的衡量因素，預計使用以下的投入產出項目：

投入項：

1. 資料庫的目標使用人數：大學圖書館依各館的館藏發展政策及使用者需求，為學校使用購置電子資料庫，資料庫的目標使用人數將參考該資料庫的目標使用學院內的使用人數。
2. 資料庫購入費用：2010-2011年資料庫廠商對單一或聯合多筆資料庫的售價。

產出項：

1. 連線數：該資料庫2010年整年的資料庫連線數，數據大多參考該資料庫廠商依照COUNTER格式紀錄的DB1 (total searches and sessions by month and database) 中的session數，而少數來自資料庫廠商自行提供的signon、session次數。
2. 搜尋量：該資料庫2010整年的使用者搜尋資料次數，數據大多參考該資料庫廠商依照COUNTER格式紀錄的DB1中的search數，而少數來自資料庫廠商自行提供的search、queries次數。

3. 下載量：該資料庫2010年整年的使用者下載全文次數，包含期刊文章全文下載、電子書全文下載與電子書單篇章節下載數。數據參考該資料庫廠商依照COUNTER格式紀錄的JR1 (number of successful full-text article requests by month and journal)、BR1 (number of successful title requests by month and title) 與BR2 (number of successful section requests by month and title)。

(三) 評估模式的選擇

本研究藉由DEA方法，針對圖書館每個購買單位的電子資料庫進行績效評估，目的為綜合多個方向的資訊了解圖書館電子資料庫的使用績效，探討各資料庫的整體效率、投入資源使用情形的技術效率，以及各資料庫是否達到最適的規模效率等相關訊息，提供決策者多元面向的參考與改善資訊。

本研究以投入導向模式切入，首先以CCR模式求得技術效率值，再利用BCC模式求取純粹技術效率與規模報酬，並從差額變數得知圖書館對於電子資料庫的投入產出應改善的方向及幅度。

五、實證研究

(一) 投入產出項資料蒐集與檢定

本研究選擇的投入產出項因子，如上節所述，分別為投入項：資料庫購買費用與資料庫目標使用人數；產出項：資料庫連線數、資料庫搜尋量與資料庫下載量。資料蒐集方面，依照上節所述之篩選原則，選擇台灣某大學圖書館2010-2011年電子資料庫購買清單與各項使用統計資料，共選擇12種電子資料庫作實證研究，詳細資料如表1所示。

表1 本研究投入產出項數據

ID	DMU	費用 (元)	使用人數 (人)	連線數 (次)	搜尋量 (次)	下載量 (次)
1	ACM	210000	7341	59263	16043	33931
2	ACS	1413625	1691	152036	87674	158805
3	ASP+BSC+CMMC+ERC	1599737	3934	21481	36668	21390
4	Emerald EMX140	738610	8380	5426	857	7893
5	IEEE	2734402	5650	249446	484434	278114
6	Literature Online	78732	799	186	252	181
7	Nature	1084199	1691	64631	12321	48973
8	PAO	16957	3934	191	233	78
9	ProQuest	605325	14676	162153	458345	23715
10	SDOS	21595799	14676	177082	91321	626337
11	Science Online	267611	1691	5324	5404	16156
12	SPIE	1239700	3681	5086	14730	14337

由於DEA模式如第三節所述，採用經濟規模報酬假設，因此投入產出項的確定，尚須透過相關統計的檢定，檢驗投入產出項之間是否具有正相關。本研究以皮爾森相關分析作為驗證的工具，其結果如表2所示。由表2結果可發現，本研究對電子資料庫績效評估所選出的投入產出因子均為正相關，即使費用與搜尋量之相關係數僅為0.052，但仍為正數，即正相關，故全部保留，不予刪除。

表2 投入產出項相關分析

	費用	使用人數	連線數	搜尋量	下載量
費用	1	0.583	0.446	0.052	0.934
使用人數	0.583	1	0.484	0.478	0.509
連線數	0.446	0.484	1	0.809	0.689
搜尋量	0.052	0.478	0.809	1	0.266
下載量	0.934	0.509	0.689	0.266	1

(二) 研究結果分析

投入產出項數據經由檢定確認後全部保留後，將此資料匯入Excel之DEA-Solver，求解得出DEA之各項效率值與虛擬乘數等；以下分為1.效率分析，2.差額變數分析，3.敏感度分析，並作深入探討說明，最後將此分析結果再與傳統圖書館電子資料庫評估方法作比較與比較：

1. 效率分析

DEA效率分析結果彙整如表3所示。以下就相對效率、相對參考集合、規模報酬與相對無效率等4個面相加以說明。

表3 效率分析結果

ID	DMU	技術效率	純技術效率	規模效率	規模報酬	參考集合	效率排名
1	ACM	1.000	1.000	1.000	固定	1	1
2	ACS	1.000	1.000	1.000	固定	2	1
3	ASP+BSC+CMMC+ERC	0.136	0.296	0.458	遞增	2, 5, 9	8
e	Emerald EMX 140	0.084	0.174	0.482	遞增	1, 2	10
5	IEEE	1.000	1.000	1.000	固定	5	1
6	Literature Online	0.020	1.000	0.020	遞增	1, 9, 5	12
7	Nature	0.542	0.696	0.778	遞增	2, 9	5
8	PAO	0.041	1.000	0.041	遞增	1, 9	11
9	ProQuest	1.000	1.000	1.000	固定	9	1
10	SDOS	0.454	1.000	0.454	遞減	2	7
11	Science Online	0.504	0.763	0.662	遞增	1, 2	6
12	SPIE	0.105	0.257	0.411	遞增	1, 2, 5	9

- (1) 相對效率：整理表3的效率值，比較其相對效率的結果，如圖2所示。由圖2可看出相對效率值為1的資料庫共有4個，分別是ACM、ACS、IEEE以及ProQuest等資料庫，代表此四種資料庫具有相對效率。即在被評估12種資料庫的產出規模下，這4種資料庫的投入（費用與使用人

數)具備相對「有效率」。若以第三節所描述之DEA概念,此4個資料庫均在「效率前緣線」上。

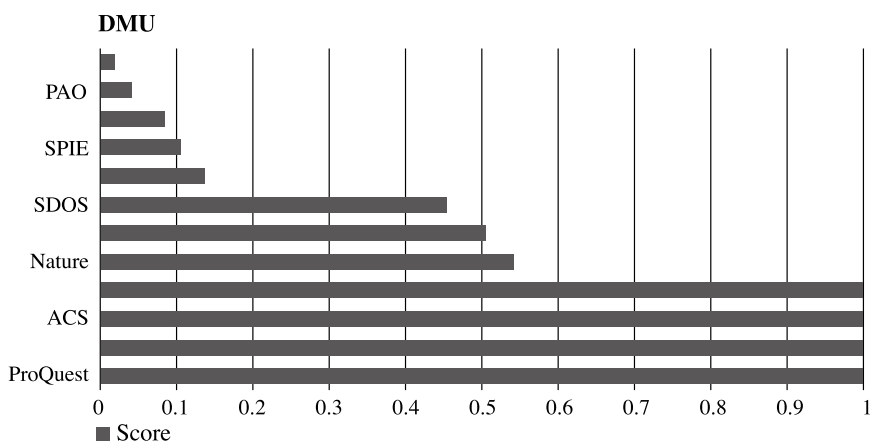


圖2 各DMU效率比較直條圖

- (2) 相對參考集合：如表3所示，ACM資料庫作為其餘DMU參考的次數為5次，ACS為6次，IEEE與ProQuest分別為3次和4次。若該DMU是眾多其他DMU的參考對象，則視為強效率單位，且被參考的次數越多，代表是越穩定且具有效率的DMU，除非有重大變動，不然不太會改變它的效率值。由此可看出，在12種資料庫中，ACS為相對最穩定且具有效率之電子資料庫。
- (3) 規模報酬：由表3可看出，除4種相對有效率的資料庫是固定報酬之外，其餘8種較無效率的資料庫中，僅SDOS為「遞減」報酬。即SDOS若增加投入項的規模(數量)，其產出項之結果會呈遞減現象；而其他7種資料庫投入項規模增加，則產出項會產生遞增現象。
- (4) 相對無效率DMU探討：於8種較無效率的資料庫中，其純技術效率為1，但規模未達效率的有Literature Online、PAO，與SDOS。此現象代表此3種資料庫未達到相對有效率的主要原因是規模無效率，即可增加或減少投入項(如SDOS，即因規模報酬遞減)的規模加以改善；而ASP+BSC+CMMC+ERC資料庫、Emerald EMX 140、Nature、Science Online、SPIE等DMU未達效率的原因則是同時和其純技術效率和規模效率都有關係，必須同時改善投入與產出的比例及生產規模。

2. 差額變數分析

差額變數分析主要是提供非效率DMU具體的改善方向與幅度，亦即用以計算應減少的投入資源與應增加的產出量，了解相對效率值小於1的DMU應如何改善。經過效率值分析後，本研究將對剩下的8個資料庫以CCR模式來計算差額變數。一般而言，出現在投入項的差額變數表示投入資源過多，應予以減

少；而出現在產出項的差額變數表示產出項仍有增加的空間，應繼續努力，以達效率前緣。

差額分析結果，如表4所示。以ASP+BSC+CMMC+ERC這個包裹資料庫來說，費用與使用人數需要減少86.44%的投入，產出面則是下載量要達原下載量的103.71%，如此才能達到效率前緣，既相對有效率的資料庫。然而此改善方式，於實務面而言並不可行，不過這樣的數據可得知，綜合多個資料庫的使用績效來看，圖書館一方面除了多加宣傳，鼓勵同學使用該資料庫外，這樣的資料也可作為圖書館與資料庫廠商議價的參考，若能將購買的費用減少，可讓該資料庫的使用效率更接近效率前緣。

表4 差額分析結果

單位：%

ID	DMU	投入項		產出項		
		費用	使用人數	連線數	搜尋量	下載量
3	ASP+BSC+CMMC+ERC	13.56	13.56	0.00	0.00	103.71
4	Emerald EMX 140	8.41	8.41	183.13	480.58	0.00
6	Literature Online	2.00	2.00	117.24	0.00	0.00
7	Nature	54.15	54.15	0.00	347.79	133.30
8	PAO	4.07	0.54	0.00	0.00	101.43
10	SDOS	25.82	45.44	338.62	378.66	0.00
11	Science Online	50.39	50.39	339.53	160.20	0.00
12	SPIE	10.54	10.54	276.52	0.00	0.00

3. 敏感度分析

DEA模式在衡量效率值時並未預設生產函數，它的生產邊界是經由各受評單位中最有效率的DMU所包絡起來，代表受評單位所能達成的極值，因此若有遇到衡量個數變動、投入與產出項增減，或項目數值有更動時，都有可能影響包絡線的形狀或位置，具有相當的敏感度。表5為本研究的敏感度分析，每次減少一個變項，觀察調整投入產出項之後的效率值與原始效率值的變動情形，因此共進行五次敏感度分析。

表5 敏感度分析結果

ID	DMU	原始	去除	去除使用	去除	去除	去除
		效率值	費用項	人數項	連線項	搜尋項	下載項
1	ACM	1	0.09	1	1	1	1
2	ACS	1	1	0.704	1	1	1
3	ASP+BSC+CMMC+ERC	0.136	0.113	0.1	0.131	0.118	0.136
4	Emerald EMX140	0.084	0.01	0.066	0.084	0.084	0.041
5	IEEE	1	1	0.762	1	0.895	1
6	Literature Online	0.02	0.004	0.016	0.02	0.018	0.014
7	Nature	0.542	0.425	0.28	0.4	0.542	0.542
8	PAO	0.041	0.001	0.041	0.04	0.04	0.041
9	ProQuest	1	0.364	1	1	1	1
10	SDOS	0.454	0.454	0.179	0.454	0.454	0.134
11	Science Online	0.504	0.102	0.374	0.504	0.504	0.139
12	SPIE	0.105	0.057	0.078	0.105	0.101	0.059

經過敏感度分析後，若某DMU在去除其中一種投入產出項後，其整體效率值會大於原本效率值，代表該投入產出項是該DMU的劣勢項目，反之則為優勢項目。由以上結果可看出，在逐一調整投入產出項後，並沒有任一個DMU的效率值超過原本效率值，表示在這些投入產出項的選擇上，沒有某一DMU有其劣勢項目。以下再進行原本效率值與各敏感度分析的相關係數，其結果如表6所示。

表6 原效率值與敏感度分析相關係數

	去除 費用項	去除 使用項	去除 連線項	去除 搜尋項	去除 下載項
原始	.712**	.955**	.995**	.998**	.956**

**代表顯著水準為.01時，相關顯著

由以上相關係數可知，在逐一調整投入產出項後，其效率與原始效率值依舊具有高度相關，且具有統計的顯著性，表示本研究在投入產出選取項目上，應屬適當。分析結果也顯示，這些投入產出項目中，投入項的費用應為關鍵因素，因去除此一變數後，在效率值的變動是最大的。由此可見，資料庫的購買費用是否合理，在資料庫的使用績效評估上，是一重要因素。

4. 傳統圖書館評估電子資源的方法

本研究之研究目的為對圖書館的電子資料庫提出一績效評量方法，讓管理者除了傳統的評量方法外，在面臨決策時還能有另一客觀的數據參考。在第二節探討中，整理出圖書館在面臨電子資料庫續訂或刪訂時的考量因素，除了考慮資料庫是否有全文、是否以館際合作聯盟方式採購、有無已訂購相似內容或性質的資料庫，以及該資料庫是提供使用權還是擁有權作為決策參考外，還會參考如成本效益與使用率等資料。以下將本研究所提出的評估結果與圖書館傳統的成本效益及使用率做一比較說明：

(1) 成本效益

成功大學、慈濟大學等大學圖書館在其館藏政策，說明其在面臨電子資料庫續訂或刪訂議題時，會考慮其成本效益(國立成功大學圖書館，2005；黃順發，2010)。若該電子資料庫為全文電子資料庫，會以下載量來計算其成本效益；若無下載量紀錄，則會以連線數來計算。以下將本研究所使用的12個資料庫使用目前圖書館較常用的成本效益方法試算，分別計算費用/連線數、費用/搜尋量以及費用/下載量，得出平均每次連線、搜尋與下載的成本如表7所示。

由於每個資料庫的性質與提供的服務不盡相同，使用者使用資料庫的行為也各有所異，若只從一個變項來看，可能對資料庫的排名會有偏誤。以這12個資料庫為例，雖分析結果的排名在2個名次以內變動的有6個資料庫，但變動在4個名次以上的也有3個資料庫，其中ProQuest更從平均搜尋成本的第1名掉到平均下載成本的第6名，差了有5個名次之多，可見若圖書館要以成本效益

來看使用效率的話，可能還是要多從幾個面向來綜合比較。

表7 平均每次連線、搜尋與下載成本

資料庫	均連線成本 (元/次)	排名	均搜尋成本 (元/次)	排名	均下載成本 (元/次)	排名
ACM	3.54	1	13.09	3	6.19	1
ACS	9.30	3	16.12	4	8.90	2
ASP+BSC+CMMC+ERC	74.47	7	43.63	5	74.79	8
Emerald EMX140	136.12	10	861.86	12	93.58	10
IEEE	10.96	4	5.64	2	9.83	3
Literature Online	423.29	12	312.43	11	434.98	12
Nature	16.78	5	88.00	9	22.14	5
PAO	88.78	8	72.78	7	217.40	11
ProQuest	3.73	2	1.32	1	25.52	6
SDOS	121.95	9	236.48	10	34.48	7
Science Online	50.27	6	49.52	6	16.56	4
SPIE	243.75	11	84.16	8	86.47	9

(2) 使用率分析

多數圖書館在館藏政策裡雖有提到使用率是評估電子資料庫的其中一個項目，但沒有註明使用率的計算方式。研究者在此將資料庫的連線數、搜尋量與下載量分別除以使用人數，得出的結果為預期每個使用連線數、搜尋與下載該資料庫資料的次數。以ACM資料庫為例，以下數據表示在2010-2011年間，電機、資訊與理學院共7,341位使用者平均每人連上ACM資料庫8.07次、搜尋2.19次、下載4.62筆資料，而這在12個資料庫的使用率分別排名第6、第9與第7，如表8所示。

表8 預期每個使用連線、搜尋與下載資料次數

資料庫	連線/ 使用人數	排名	搜尋/ 使用人數	排名	下載/ 使用人數	排名
ACM	8.07	6	2.19	9	4.62	7
ACS	89.91	1	51.85	2	93.91	1
ASP+BSC+CMMC+ERC	5.46	7	9.32	4	5.44	6
Emerald EMX140	0.65	10	0.10	11	0.94	10
IEEE	44.15	2	85.74	1	49.22	2
Literature Online	0.23	11	0.32	10	0.23	11
Nature	38.22	3	7.29	5	28.96	4
PAO	0.05	12	0.06	12	0.02	12
ProQuest	11.05	5	31.23	3	1.62	9
SDOS	12.07	4	6.22	6	42.68	3
Science Online	3.15	8	3.20	8	9.55	5
SPIE	1.38	9	4.00	7	3.89	8

(3) 綜合比較

將前述傳統圖書館會使用的評估電子資料庫方法與本研究使用的DEA比較，得出的結果如表9所示。

表9 DEA 效率結果與傳統評估方法結果名次一覽

資料庫	效率 排名	費用/ 連線	費用/ 搜尋	費用/ 下載	連線/ 使用	搜尋/ 使用	下載/ 使用
ACM	1	1	3	1	6	9	7
ACS	1	3	4	2	1	2	1
ASP+BSC+CMMC+ERC	8	7	5	8	7	4	6
Emerald EMX140	10	10	12	10	10	11	10
IEEE	1	4	2	3	2	1	2
Literature Online	12	12	11	12	11	10	11
Nature	5	5	9	5	3	5	4
PAO	11	8	7	11	12	12	12
ProQuest	1	2	1	6	5	3	9
SDOS	7	9	10	7	4	6	3
Science Online	6	6	6	4	8	8	5
SPIE	9	11	8	9	9	7	8

由以上統計結果看，每個資料庫在不同的變項計算後，得出的名次都不盡相同，若以傳統的圖書館評估方法來說，在結果的解讀上，可能需要參考多個面向，才能得出一較公平的結果。

五、結 論

本研究使用資料包絡分析法，以某大學圖書館的12個資料庫進行實證研究，結果發現，資料包絡分析法可有效地看出受評的12個資料庫中，最有效率的資料庫為何，它們在此12個資料庫中相對來說達到了投入、產出與規模上的平衡；同時也給予未達效率的資料庫改善的方向，說明如何在投入產出上做修正才能提升其效率。再來，本研究以敏感度分析來驗證投入產出項選取應屬適當，也可藉此了解資料庫定價的合理性對於效率值的影響是很大的；而使用本研究的數據與圖書館傳統上看的成本效益及使用率做比較的結果可發現，資料包絡分析法藉由自動跑出對受評單位最有利的權數計算相對效率值，可更簡單且客觀地綜合多面向來評估資料庫的使用效率，而且還能了解資料庫較其它資料庫來的不足、需要改進之處，較過去所使用的方法為佳。

綜合來說，資料包絡分析法是一綜合評估單位效率的方法，藉由最大化計算各受評單位的合適權重，依不同投入產出項的變項，找出有效率的資料庫，並提供相對無效率的受評單位改進的方向，使無效率的單位藉由可能的方法，提升其使用績效；這給予傳統圖書館在評估電子資料庫時，使用成本效益與使用率更多元的參考與建議的資訊，不僅讓圖書館客觀地了解資料庫的使用效率、應加強的宣傳方向，也或許這樣的資訊可在和廠商議價的過程中，有個參考的依據，而這都是傳統評估方法較無法產生的相對資訊。

參考文獻

- 王梅玲(2006)。電子計量應用在電子期刊評鑑。圖書與資訊學刊，57，1-18。
- 吳濟華、何柏正(2008)。組織效率與生產力評估：資料包絡分析法。臺北市：前程文化。
- 林呈潢(2005)。圖書館統計標準與電子圖書館服務使用評量。國立成功大學圖書館館刊，14，10-17。
- 林呈潢(2009)。圖書館統計標準(CNS13151)使用手冊。台北市：國家圖書館。
- 高強、黃旭男、Sueyoshi, T.(2003)。管理績效評估：資料包絡分析法。台北市：華泰。
- 國立台北科技大學圖書館(2004)。台北科技大學圖書館館藏發展政策。上網日期：2011年4月5日，檢自：<http://www.lib.web.ntut.edu.tw/ezfiles/7/1007/img/412/codev.doc>
- 國立台灣師範大學圖書館(2010)。國立台灣師範大學圖書館館藏發展政策。上網日期：2011年4月5日，檢自：http://www.lib.ntnu.edu.tw/service/readme/collection_policy.pdf
- 國立成功大學圖書館(2005)。國立成功大學圖書館館藏發展政策。上網日期：2011年4月5日，檢自：http://www.lib.ncku.edu.tw/publish/collection_policy.pdf
- 國立高雄師範大學圖書館(2005)。館藏發展政策。上網日期：2011年4月5日，檢自：<http://140.127.53.222/lib/rule/node/473>
- 國立彰化師範大學圖書館(2006)。國立彰化師範大學圖書館電子資料庫採購作業要點。上網日期：2011年4月5日，檢自：<http://lib.ncue.edu.tw/rules/database.htm>
- 陳雪華、許嘉珍、朱雅琦(2007)。電子資源使用統計標準與規範之探討，圖書館學與教育科學，33(1)，89-102。
- 陳雪華、張慈玲(2009)。大專校院圖書館：綜述。在國家圖書館編，中華民國九十八年圖書館年鑑(頁131-144)。台北市：編者。
- 黃宗忠(1995)。圖書館管理學。台北市：天肯文化。
- 黃順發(2010)。費用限縮下的圖書館：增刪館藏電子資源的標準與因應對策。上網日期：2011年4月5日，檢自：http://www.stpi.narl.org.tw/fdb/tr/2010/03/0326_tcu_huang.ppt
- 葉謹敬(2006)。從電子資源統計問題看COUNTER計畫之發展與應用。教育資料與圖書館學，43(4)，453-469。
- 詹麗萍(2001)。E-metrics在數位圖書館使用評估的應用。上網日期：2011年4月5日，檢自：<http://p105.lib.nctu.edu.tw/2001conference/pdf/1-1.pdf>
- 謝寶煖(2000)。公共圖書館績效評估模式之研究—競爭性標竿之觀點(國科會專題計畫報告書，NSC89-2413-H-002-021)。台北市：國立台灣大學圖書資訊學系。
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology and application*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

- COUNTER (2003). *Release 1 of the COUNTER code of practice for journals and databases*. Retrieved April 05, 2011, from http://www.projectcounter.org/code_practice_r1.html
- COUNTER (2005). *The COUNTER code of practice for journals and databases: Release 2*. Retrieved April 05, 2011, from http://www.projectcounter.org/r2/COUNTER_COP_Release_2.pdf
- COUNTER (2008). *The COUNTER code of practice for journals and databases: Release 3*. Retrieved April 05, 2011, from <http://www.projectcounter.org/r3/Release3D9.pdf>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productivity efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120 (3), 253-281.
- Flynn, A. (2004). *Performance indicators for electronic library services*. Retrieved April 05, 2011, from http://epress.lib.uts.edu.au/dspace/bitstream/handle/2100/16/Performance_Indicators_2004.pdf?sequence=1
- Grogg, J. E., & Fleming-May, R. A. (2010). *The concept of electronic resource usage and libraries*. Chicago: American Library Association.
- Kao, C., Lin, Y. C., Liang, L. C., & Lo, S. C. (1998). Ranking university libraries: The Taiwan case. *Libri*, 48, 212-223.
- Kao, C., & Lin, Y. C. (2004). Evaluation of the university libraries in Taiwan: Total measure versus ratio measure. *The Journal of the Operational Research Society*, 55(12), 1256-1265.
- Net Genesis (2000). *E-Metrics: Business metrics for the new economy*. Retrieved April 05, 2011, from <http://www.targeting.com/emetrics.pdf>
- Noh, Y. (2010). A study on developing evaluation criteria for electronic resources in evaluation indicators of libraries. *The Journal of Academic Librarianship*, 36(1), 41-52.
- Reichmann, G. (2004). Measuring university library efficiency using data envelopment analysis. *Libri*, 54, 136-146.
- Reichmann, G., & Sommersguter-Reichmann, M. (2010). Efficiency measures and productivity indexes in the context of university library benchmarking. *Applied Economics*, 42(3), 311-323.

Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Library Electronic Databases

Ming-Jiu Hwang*

Associate Professor
National Chiao Tung University Library
Hsinchu, Taiwan
E-mail: mjhwang@lib.nctu.edu.tw

Jiann-Cherng Shieh

Professor
Graduate Institute of Library and Information Studies
National Taiwan Normal University
Taipei, Taiwan
E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

Chih-Chia Hsieh

Graduate Student
Graduate Institute of Library and Information Studies
National Taiwan Normal University
Taipei, Taiwan

Abstract

The cost of e-resource for library gradually increased every year. How to evaluate the using efficiency of e-resources had become one of the most important issues. This study applied Data Envelopment Analysis (DEA) method to evaluate the using efficiency of e-resources in the library. It included the efficient analysis, slack variable analysis, and sensitivity analysis of e-resource. This study took the database purchased by University A as the research target for empirical analysis. The results showed that DEA method could generalize the variables of each input and output based on the evaluated unit to calculate the maximum value of efficiency of each database then provide the comparisons and suggestions for improvement. The information provided by DEA was more diverse and objective than past evaluating methods.

Keywords: *Data Envelopment Analysis; Library electronic databases; Performance evaluation*

SUMMARY

Introduction

With the progress of information technology, the importance of e-resources in libraries has gradually increased as well. The purchase budget for e-resources accounts for more of the annual budget of libraries than ever before. An ARL

* Principal author for all correspondence.

report showed that budgets for e-resources in libraries had grown from 12.88% in 2000 to 40.95% in 2006, a total of 320% growth. In Taiwan, the budget for e-resources was 40.01% in 2008, which showed stable growth of e-resources in libraries. Due to the rapid development of e-resources, its large account in budgets, and insufficient library funds, decision makers must face the challenge of whether to continue subscribing to e-resources when planning library budgets. The main purpose of this study is to propose a model for the objective evaluation of the efficiency of e-resources in libraries.

The current library collection development policy for e-resources in Taiwan has no objective reference data for the subscription of e-resources. Generally, the principles for evaluating subscriptions by libraries include high usage, low cost, uniqueness and continuity of the e-resource, outstanding quality compared to counterparts, and a discount for long-term subscription; while the evaluation principles for un-subscribing usually involve insufficient budget, high cost, replacement or similarity.

Flynn (2004) found that it was getting harder for libraries to evaluate their archives in the traditional way due to the rapid increase of digital archives. Traditional evaluation processes may not be entirely suitable in the digital environment and libraries must manage archives in the most economical and effective way, particularly in cost analysis and control. On the other hand, though scholars have discussed the evaluation of e-resources, no specific evaluative index for e-resources has been defined (Noh, 2010).

Data Envelopment Analysis (DEA) as an evaluation tool for effects can generalize the input and output factors and automatically assign a proper weight to each unit evaluated. The optimized efficiency will be calculated to identify the most efficient unit (i.e., least input and greatest output). Suggestions for improvement will also be proposed for each unit so that less efficient units can optimize their efficiency (Charnes, et al., 1978). This study applied DEA to evaluate the efficacy of each e-resource in the library. The results can provide an objective reference for evaluating the efficacy of e-resources. Suggestions for the improvement of less efficient databases are also proposed.

Research Design and Case Study

After reviewing the literature on the efficacy of e-resources in libraries, the factors for evaluation were determined as the inputs and outputs of DEA and the evaluating model was designed accordingly. The study population was a research-orientated university in Taiwan. An empirical study was conducted to examine the feasibility of this method. The phases of the study were as follows:

1. Determination of a Decision Making Unit (DMU)

This study referred to the purchase list of the library to determine the purchase method for databases and used single purchased items as the baseline for a DMU. In the empirical study, 12 databases, including ACM, ACS, ASP+BSC+CMMC+ERC, Emerald EXM140, IEEE, Literature Online, Nature, PAO, ProQuest, SDOS, Science Online, and SPIE were selected as the evaluation targets.

2. Selection of Inputs and Outputs

The evaluation method of DEA is based on the input and output data of a DMU. Therefore, the selection of inputs and outputs are relatively important. The study attempted to evaluate the efficiency of e-databases and the evaluating factors were focused on the inputs and outputs as determined by the literature review:

Inputs:

- i. Target user number: libraries in universities purchase e-databases according to their archive development policies and the demands of users. The target user number is set by referring to the user numbers in the target college.
- ii. Purchase fee: the purchase price of single or multiple databases from 2010 to 2011.

Outputs:

- i. Connections: the annual number of connections for the database in 2010. The data will mostly come from the number of sessions in DB1 (total searches and sessions by month and database) in the format of COUNTER provided by the database provider, while some will come from the sign on and session numbers provided by database providers.
- ii. Searches: the number of searches conducted of the database in 2010. The data will mostly come from the number of sessions in DB1 (total searches and sessions by month and database) in the format of COUNTER provided by the database provider, while some will come from the search and query numbers provided by database providers.
- iii. Downloads: the number of full-text downloads of the database in 2010, including journal articles full-text, e-books full-text, and partial downloads. The data will come from the number of sessions in JR1 (number of successful full-text article requests by month and journal), BR1 (number of successful title requests by month and title), and BR2 (number of successful section requests by month and title) in the format of COUNTER provided by the database provider.

Pearson's correlation analysis was conducted before executing the evaluation of the DEA model. The results suggested that all the selected input factors were positively correlated and therefore all were retained.

3. Selection of Evaluation

The study focused on the input model. First, technical efficiency was obtained by the CCR model and pure technical efficiency and returns to scale were gathered by the BCC model. The direction and range of improvement for the inputs and outputs of e-resources in the library was identified from a slack variable.

4. Result Analysis

(1) Efficiency Analysis

The DMU of ACM, ACS, IEEE, and ProQuest, the optimized return to scale and the efficiency rates, were equivalent to one. Therefore, these four databases were relatively efficient. The results of the efficiency analysis are shown in Figure 1. Using the output scales of the 12 databases evaluated, the inputs (expenditure and number of users) of these four databases were relatively efficient. Based on the concept of DEA, these four databases all located at the "efficiency frontier". ACM was referred to other DMUs five times, ACS six times, IEEE three times, and ProQuest four times. The remaining eight DMUs were less efficient databases. Among the twelve e-databases, ACS was the most stable and efficient.

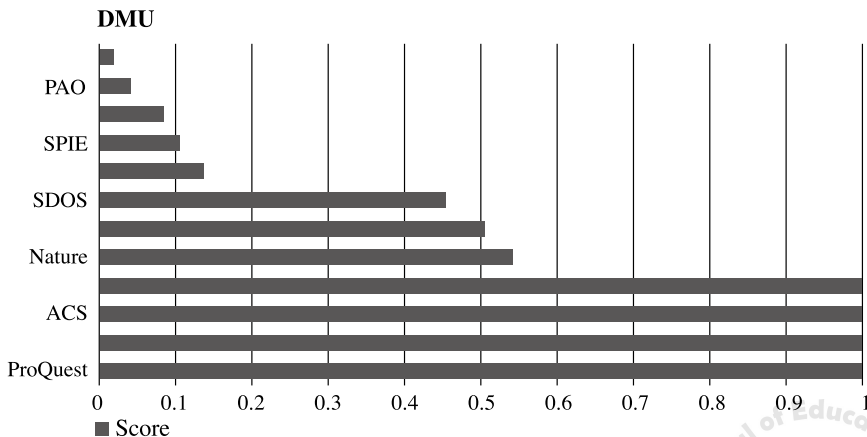


Figure 1 Results of the Efficiency Analysis

(2) Slack Variable Analysis

SVA provided the direction for improvement and margin for inefficient DMUs (with efficiency rates less than one) by calculating how many inputs should be diminished and how many outputs should be produced. By observing the efficacy of multiple databases, not only can libraries promote the use of certain

databases but analysis results can also be used when making negotiations with database providers to cut purchasing costs so that efficiency rates will increase.

(3) Sensitivity Analysis

Sensitivity analysis showed variations in efficiency rate after adjusting input and output items. Five sensitivity analyses were conducted and the results showed that budget was the most crucial input factor. The variation in efficiency rate was greatest after eliminating this factor. Therefore, purchasing cost is an important factor in evaluating the efficacy of a database.

Conclusion

This empirical study used data envelopment analysis and focused on 12 databases in a university library. The results suggested that DEA was effective in showing which database was the most efficient among the twelve. Suggestions for improvement were also proposed for less efficient databases, as well as how to adjust the inputs and outputs to increase efficiency. In addition, sensitivity analysis was used to examine the effect of variations in input and output and the influence of database pricing on efficiency rate. DEA was not only able to evaluate efficacy objectively, but also determined the weaknesses of databases, which allowed the library to understand how to promote more efficient database usage. The results can also be used as leverage during negotiations with database providers. Such information cannot be generated using traditional evaluation methods.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCES FOR ORIGINAL TEXT

- 王梅玲[Wang, Mei-Ling](2006)。電子計量應用在電子期刊評鑑[The application of E-metrics to electronic journal evaluation]。圖書與資訊學刊[*Journal of Librarianship and Information Studies*]，57，1-18。
- 吳濟華[Wu, Chi-Hua]、何柏正[Ho, Po-Cheng](2008)。組織效率與生產力評估：資料包絡分析法[Zuzhixiaolu yu shengchanlipinggu: Ziliaobaoluo fenxifa]。台北市：前程文化[Taipei: Future Career Management Corporation]。
- 林呈漢[Lin, Cheng-Huang](2005)。圖書館統計標準與電子圖書館服務使用評量[Tushuguan tongjibiaozhun yu dianzitushuguanfuwu shiyongpingliang]。國立成功大學圖書館館刊[*NCKU Library Journal*]，14，10-17。
- 林呈漢[Lin, Cheng-Huang](2009)。圖書館統計標準(CNS13151)使用手冊[Tushuguan tongjibiaozhun (CNS13151) shiyongshouce]。台北市：國家圖書館[Taipei: National Central Library]。
- 高強[Kao, Chiang]、黃旭男[Huang, Hsu-Nan]、Sueyoshi, T.(2003)。管理績效評估：資料包絡分析法[Management performance evaluation: Data envelopment analysis]。台北市：華泰[Taipei: Hwatai]。
- 國立台北科技大學圖書館[National Taipei University of Technology Library](2004)。台北科技大學圖書館館藏發展政策[National Taipei University of Technology

- Library guancangfazhan zhengce*。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：<http://www.lib.web.ntut.edu.tw/ezfiles/7/1007/img/412/codev.doc>
- 國立台灣師範大學圖書館 [National Taiwan Normal University Library] (2010)。國立台灣師範大學圖書館館藏發展政策 [*National Taiwan Normal University Library guancangfazhan zhengce*]。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：http://www.lib.ntnu.edu.tw/service/readme/collection_policy.pdf
- 國立成功大學圖書館 [National Cheng Kung University] (2005)。國立成功大學圖書館館藏發展政策 [*National Cheng Kung University tushuguan guancangfazhan zhengce*]。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：http://www.lib.ncku.edu.tw/publish/collection_policy.pdf
- 國立高雄師範大學圖書館 [National Kaohsiung Normal University Library] (2005)。館藏發展政策 [*Guancangfazhan zhengce*]。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：<http://140.127.53.222/lib/rule/node/473>
- 國立彰化師範大學圖書館 [National Changhua University of Education Library] (2006)。國立彰化師範大學圖書館電子資料庫採購作業要點 [*National Changhua University of Education Library dianziziliaoku caigouzuoye yaodian*]。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：<http://lib.ncue.edu.tw/rules/database.htm>
- 陳雪華 [Chen, Hsueh-Hua]、許嘉珍 [Hsu, Chia-Chen]、朱雅琦 [Chu, Ya-Chi] (2007)。電子資源使用統計標準與規範之探討 [Study of the electronic resources usage statistics standards and guidelines]，圖書館學與教育科學 [*Journal of Library and Information Science*]，33(1)，89-102。
- 陳雪華 [Chen, Hsueh-Hua]、張慈玲 [Chang, Tze-Ling] (2009)。大專校院圖書館：綜述 [Dazhuanxiaoyuan tushuguan: Zongshu]。在 [In] 國家圖書館編 [National Central Library Ed.]，中華民國九十八年圖書館年鑑 [*Republic of China 98nian tushuguan nianjian*] (頁 131-144) [(pp.131-144)]。台北市：編者 [Taipei: Editor]。
- 黃宗忠 [Huang, Tsung-Chung] (1995)。圖書館管理學 [*Tushuguan guanlixue*]。台北市：天肯文化 [Taipei: Tianken Wenhua]。
- 黃順發 [Hwang, Shun-Fa] (2010)。費用限縮下的圖書館：增刪館藏電子資源的標準與因應對策 [*Feiyong xiansuo xia de tushuguan: Zengshan guancang dianziziyuan de biao zhun yu yingduice*]。上網日期：2011年4月5日 [Retrieved April 05, 2011]，檢自 [from]：http://www.stpi.narl.org.tw/fdb/tr/2010/03/0326_tcu_huang.ppt
- 葉慧敏 [Yeh, Hui-Hsin] (2006)。從電子資源統計問題看 COUNTER 計畫之發展與應用 [Statistical problems of electronic resources and the development and application of COUNTER project]。教育資料與圖書館學 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*]，43(4)，453-469。
- 詹麗萍 [Chen, Li-Ping] (2001)。E-metrics 在數位圖書館使用評估的應用 [*The application of E-metrics on digital library evaluation*]。上網日期：2011年4月5日，檢自 [from]：<http://p105.lib.nctu.edu.tw/2001conference/pdf/1-1.pdf>
- 謝寶媛 [Hsieh, Pao-Nuan] (2000)。公共圖書館績效評估模式之研究—競爭性標竿之觀點 [*Gonggongtushuguan jixiaopinggumoshi zhi yanjiu—Jingzhengxing biao gan zhi guandian*] (國科會專題計畫成果報告 [NSC project report]，NSC89-2413-H-002-021)。台北市：國立台灣大學圖書館學系 [Taipei: Department and Graduate Institute of Library and Information Science, National Taiwan University]。

- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology and application*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- COUNTER (2003). *Release 1 of the COUNTER code of practice for journals and databases*. Retrieved April 05, 2011, from http://www.projectcounter.org/code_practice_r1.html
- COUNTER (2005). *The COUNTER code of practice for journals and databases: Release 2*. Retrieved April 05, 2011, from http://www.projectcounter.org/r2/COUNTER_COP_Release_2.pdf
- COUNTER (2008). *The COUNTER code of practice for journals and databases: Release 3*. Retrieved April 05, 2011, from <http://www.projectcounter.org/r3/Release3D9.pdf>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productivity efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120(3), 253-281.
- Flynn, A. (2004). *Performance indicators for electronic library services*. Retrieved April 05, 2011, from http://epress.lib.uts.edu.au/dspace/bitstream/handle/2100/16/Performance_Indicators_2004.pdf?sequence=1
- Grogg, J. E., & Fleming-May, R. A. (2010). *The concept of electronic resource usage and libraries*. Chicago: American Library Association.
- Kao, C., Lin, Y. C., Liang, L. C., & Lo, S. C. (1998). Ranking university libraries: The Taiwan case. *Libri*, 48, 212-223.
- Kao, C., & Lin, Y. C. (2004). Evaluation of the university libraries in Taiwan: Total measure versus ratio measure. *The Journal of the Operational Research Society*, 55(12), 1256-1265.
- Net Genesis (2000). *E-Metrics: Business metrics for the new economy*. Retrieved April 05, 2011, from <http://www.targeting.com/emetrics.pdf>
- Noh, Y. (2010). A study on developing evaluation criteria for electronic resources in evaluation indicators of libraries. *The Journal of Academic Librarianship*, 36(1), 41-52.
- Reichmann, G. (2004). Measuring university library efficiency using data envelopment analysis. *Libri*, 54, 136-46.
- Reichmann, G., & Sommersguter-Reichmann, M. (2010). Efficiency measures and productivity indexes in the context of university library benchmarking. *Applied Economics*, 42(3), 311-323.

