

資料包絡分析法最佳權重之研究—以台灣醫學中心為例

The Study on Optimal Weight of Data Envelopment Analysis: A Case Study of Taiwan Medical Center

魏慶國¹ Ching-Kuo Wei 李榮貴² Rong-Kwei Li 陳亮志² Liang-chih Chen
亞東技術學院醫務管理學系 國立交通大學工業工程與管理學系

¹Department of Health Care Administration, Oriental Institute of Technology and

²Department of Industrial Engineering and Management, National Chiao Tung University

(Received January 29, 2010; Final Version May 3, 2010)

摘要：權重是資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis; DEA) 的主要議題之一，相關之理論研究指出許多 DEA 的數學模式隱藏著多餘的權重限制，而多餘的權重限制會造成無法表達特定投入產出關係、低估效率值等兩個問題。為證實多餘權重限制的理論研究，本研究將權重作轉換，並以台灣醫學中心為實例探討權重限制的意義與影響。此外，本研究還以最佳權重為變項作群集分析更深入地分析權重。研究中，為符合案例的需求，本研究先結合超級效率 (super efficiency) 的概念發展新的數學模式，用以評估高效決策單位 (decision making unit; DMU) 並避免多餘權重限制對其的影響。而案例評估的結果顯示，高效 DMU 的差異較低效 DMU 的差異大，且多餘的權重限制是造成效率值差異的原因之一，因此未來之研究可用新的 DEA-R 超級效率模式代替舊有的 CCR 超級效率模式，以避免高效 DMU 被低估、投入產出關係無法表達等問題。而群集分析的結果則顯示多餘權重限制對最佳權重的影響很明顯。此外，藉由群集分析可以幫助各 DMU 了解自身與整體之關係，有助於醫療院所發展其獨特的生存策略。

關鍵字：資料包絡分析法、權重限制、超級效率、群集分析、醫學中心

Abstract: Weight is a popular issue in DEA field. Prior researches pointed out that many DEA models include the needless weight restriction, which causes the expression problem of specific input-output relationship and underestimation of efficiency. Following their researches, this research developed extended model and applied it to the case study of Taiwan medical centers for understanding the effect of needless weight restriction. Besides, this research analyzed optimal weight by cluster analysis. The result showed that the underestimations of efficient DMUs are bigger than in-efficient DMUs and the needless weight restriction really causes underestimation. And the result of cluster analysis showed that cluster analysis can help medical centers to find out their relationships with other institutions and develop their unique strategies.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Weight Restriction; Super Efficiency; Cluster Analysis; Medical Center

1. 前言

對需要提升效率以求生存的組織而言，如何提升效率是一個很值得探討議題。在提升效率之前，要先尋求效率評估的方法，而現有評估效率的方法可依照是否事先給訂權重 (weight)，分做無母數、有母數兩大類。無母數方法事先不給訂權重，而是依照資料本身的關係選定權重；而有母數方法則依照專家、決策者經驗或欲達的目標事先給訂權重。以無母數概念評估效率方法中，資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis; DEA) 為最具代表性的方法之一。DEA 令每一個決策單位 (decision making unit; DMU) 能選取對自身最有利的權重，並依此權重評估這個 DMU 在一群 DMU 中的相對效率。除此之外，DEA 還能將專家或決策者的主觀意見也融入評估之中，是兼具主觀與客觀的效率評估方法。因此本文想要針對 DEA 這種被廣泛應用的績效評估方法作進一步的研究。

DEA 建構在兩個概念之上，義大利經濟學家柏瑞圖 (Pareto, 1927) 所提出的非凌駕解 (non-dominance solution) 概念是建構 DEA 第一個基礎；Farrell (1957) 提出以多個投入與多個產出表示相對效率之概念是建構 DEA 的另一個基礎。在 1978 年，學者 Charnes、Cooper 及 Rhodes 以上述兩個概念為基礎，發展出一組最佳化數學方程組，用來計算各 DMU 的效率值，其中效率值等於 1 的 DMU 會被判定成高效的 DMU，小於 1 者則被判定成低效的 DMU。這種以數學方程式判斷高效 DMU 的方式被統稱為 DEA，而第一個 DEA 的數學模式則是以作者的縮寫被命名為 CCR。

由於 DEA 的特點在於權重的選取，因此有許多的文獻針對權重做探討。有一類的文獻探討如

何將自身偏好或專家意見融入權重的限制之中 (Dyson and Thanassoulis, 1988; Thompson *et al.*, 1990; Wong and Beasley, 1990)。另一類的文獻，則探討如何修正模式將權重限定在一個合理的範圍之內，如確定區域 (assurance region; AR) 的概念 (Thompson *et al.*, 1986)；圓錐比率 (cone ratio) 的設限概念 (Charnes *et al.*, 1989)、將圓錐比率的概念應用於實際的問題上 (Charnes *et al.*, 1990)；共同權重 (common weight) 的概念與進一步的發展 (Roll and Golany, 1993; Roll *et al.*, 1991)；近年則有文獻指出現有模式在處理權重限制時會產生低估，甚至無解的問題，並發展新的 Parametric-DEA 模式以解決部分的問題 (Tracy and Chen, 2005)；發現舊有的二階段求解程序在處理某些權重限制時需要改進，並提出新的三階段求解程序 (Podinovski, 2007)。國內則有不少文獻針對權重做研究 (張東生、曾國強，民 89；張秀雲、陳天惠，民 96；劉春初，民 87；劉春初，民 93；Sun and Lu (2005))。但研究並沒有提及很多 DEA 模式本身就隱藏著不易察覺的權重限制以及探討如何消除這樣的限制。文獻指出 CCR 這類以 $(\sum vx)/(\sum uy)$ or $(\sum uy)/(\sum vx)$ 為基礎的模式隱藏著不易察覺的多餘權重限制存在，而這個多餘的權重限制會導致 CCR 無法有效的表達單一投入產出的權重關係，並提出新的模式 DEA-R 來防止這樣的問題 (Despic *et al.*, 2007)。例如 CCR 或 weight SBM 等模式只有一個產出權重 u_r 來表示產出與不同投入的關係，當第一個投入與產出的關係、和第二個投入與產出的關係不一致時，則沒有足夠的權重來表達這些不同的關係。舉例來說如果投入 1 與產出 1 關係很密切與產出 2 則幾乎沒有關係，而投入 2 恰好相反與產出 1 毫無關係與產出 2 則關係密切，在這種情況下只有一個產出權重 u_r 的模式並無法表示所有產出與投入的關係。同樣地，只有一個投入權重 v_j 並也無法表示投入與不同產出間的關係。

在實務上，DEA 已經被廣泛應用在台灣各級醫學機構的效率評估 (王媛慧、李文福，民 93；石淦生等，民 85；洪維河等，民 94；孫遜，民 92；張睿詒、侯穎蕙，民 90；黃月桂等，民 85)，所以應用在台灣的醫療院所上的合適性應當無問題。此外，由於台灣主要的醫療院所都納入於健保制度當中，且民眾對於醫療的需求日漸增加，所以健保主管機關不得不採用總額給付來兼顧全民健康與財政健全。研究指出醫療體系中品質與效率是相輔相成的 (游濬遠等，民 96；Nayar and Ozcan, 2008; Valdmantis *et al.*, 2008)，藉由效率的評估提出效率提升的方案，將協助醫療體系兼顧醫療的品質與健全的營運。因此，如何提升效率使台灣的醫療院所在有限的資源下求生存是值得被探討的。因為合適性、需求性兩點原因，本研究欲以台灣醫療院所當作研究的案例。此外，根據行政院衛生署的調查，大型醫療機構的使用率往往高過於其他類型的醫療機構。文獻指出台灣大型醫療機構能夠吸引民眾前往的主要原因有二：(1)全民健保的實施使得前往大型醫療機構之醫療成本降低，成本的降低增加了民眾前往大型醫療機構就診的意願；(2)大型醫療機構有更多醫療設備的投資，設備的完整吸引了病患前往就診 (Hu and Huang, 2004)。因此，本研究僅選取台灣醫療院所中給付層級最高的醫學中心作為研究的對象。

根據上述的敘述，本研究的目的主要有：(1)將最新發展的 DEA-R 模式與應用最廣泛的 CCR

模式做對照，並找尋對應之權重以便說明多餘權重限制的意義並以實例說明多餘權重限制對效率值評估的影響。(2)藉由群集分析，更深入的分析權重中包含的資訊，及多餘的權重限制對最佳權重選取的影響。

在這篇文章中分成五個小節以達以研究之目的。在緒論中，說明研究動機、研究對象的選取緣由、及研究目的。第二節研究方法中，介紹 super CCR，super DEA-R 模式以及 DEA-R 權重之關係，並敘述選用此模式的原因。第三小節為超級效率模式與權重轉換之實證，這部分以所有台灣醫學中心為例，以 super CCR 及 super DEA-R 評估出效率值與權重，並轉換出 CCR 對應權重，以實例說明多餘權重限制的意義與影響。第四節是群集分析之實證，分別以兩個模式所選取的最佳權重為變項做群集分析，以便更深入地分析出權重中隱藏的資訊。第五節包含了結論與建議。

2. 研究方法

本研究提出權重轉換的概念，並採用含有多餘權重限制的模式以及不含多餘權重限制的模式評估同一個案例，以深入瞭解多餘的權重限制的意義與影響。此外，為滿足實務與個案上的需求，本研究不以普通 CCR 與 DEA-R 的模式做為評估的模式，而是以導入超級效率概念後的模式做為研究及評估的模式。此節分別介紹 super CCR、super DEA-R 兩個研究的採用的模式以及權重轉換的概念，下節將以這兩個模式評估同一案例。

2.1 Super CCR 簡介

Super CCR 是以 CCR 為基礎的超級效率模式，super 代表此模式融合了超級效率的概念可以進一步分析效率值超過 1 的 DMU。本研究之所以選擇 CCR 作為比較的基礎模式，是因為 CCR 不僅是 DEA 方法的第一組方程式，也是應用最為廣泛的模式之一。

Super CCR 也被稱做 CCR-AP，AP 代表超級效率概念的提出者 Anderson 與 Peterson 的縮寫。超級效率的概念是將目標 DMU 與自己以外的 DMU 作比較，以評估高效優勢有多大，優勢是評估效率降低多少幅度之後，目標 DMU 會從高效變成低效。換句話說，若在相同產出下投入增加、或在相同投入下產出減少時，目標 DMU 的效率會降低，而超級效率模式可以評估效率降低多少幅度 DMU 會從高效變成低效。若這個幅度很大，代表優勢很明顯；反之，則代表雖然有優勢，但領先的幅度不大。除此之外，根據這個概念可求算出在哪組權重下該 DMU 的優勢最明顯。而 CCR 效率值為 1 的 DMU 其最佳權重並非唯一解，並不適合做多餘權重限制意義與影響的探討，因此本研究採用 super CCR 作為評估的模式。

此外，因為總額給付制度下增加產出無法增加收入，所以本研究採用投入導向模式 (Input oriented model，是指以減少投入的作為改善方向的模式)。在投入導向中，可以藉由增加投入但該 DMU 依然保持高效來表示該 DMU 的優勢。若增加很多投入依然保持高效的 DMU，是領先優勢

較大的 DMU；反之若增加些許投入就無法保持高效的 DMU，是領先優勢較小的 DMU。換句話說，有許多資源資源可以運用，而不需運用所有資源就可以達到高效的 DMU，是領先優勢較大的 DMU。在實務上，這些未被運用的資源可以被運用在一些不受限制的產出，如醫學研究。前述中，所有可運用資源的值等於原來的投入量乘以效率值。投入導向的 super CCR model 表示如下

$$\max \quad \theta_o = \sum_{r=1}^s u_r \times y_{r_o} \quad (1)$$

$$st. \quad \sum_{i=1}^m v_i \times x_{ij} \geq \sum_{r=1}^s u_r \times y_{r_j} \quad j=1 \cdots n \quad j \neq o \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \times x_{i_o} = 1 \quad (3)$$

$$v_i, u_1 \geq \varepsilon > 0 \quad (4)$$

θ_o 代表受評估 DMU 的效率， x_{ij} 代表第 j 個 DMU 的第 i 個投入， y_{r_j} 代表第 j 個 DMU 的第 r 個產出， v_i 代表第 i 個投入變數的權重， u_r 代表第 r 個產出變數的權重， ε 為阿基米德數。

有研究回顧過去的文獻後指出以超級效率發展的模式會有三個主要的問題 (Adler *et al.*, 2002)。(1)要以排序分數來代替效率值更為貼切；(2)某些特別 DMUs 有過高的效率值，並建議以 Sueyoshi (1999) 提出對權重做限制、對效率值做限制等兩種概念來避免這樣的問題；(3)在某些特定的情境下，如考量規模效率的模式、投入值極小的情況，會有無可行解的情況發生，並舉 Mehrabian *et al.* (1999) 之修正模式以避免在投入值極小的情況下產生無可行解之狀況。其修正模式如下。

$$\min \quad \theta_o = f_o + 1 \quad (5)$$

$$st. \quad \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq p}}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i_o} + f_o \quad i=1 \cdots m \quad (6)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq p}}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r_o} \quad r=1 \cdots s \quad (7)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j=1 \cdots n \quad (8)$$

θ_o 代表受評估 DMU 的效率， x_{ij} 代表第 j 個 DMU 的第 i 個投入， y_{r_j} 代表第 j 個 DMU 的第 r 個產出， λ_j 代表第 j 個 DMU 的權重， f_o 代表評估 DMU 的差額變數。

2.2 Super DEA-R 簡介

因為已知以 CCR 為基礎的模式會有表達權重關係的問題 (Despic *et al.*, 2007) 及低估效率值

的問題。所以，本研究採用以比率為基礎的 DEA-R 替換 CCR 作為基礎模型以避免這樣的問題，並藉由比較以了解去除這個多餘的權重假設後對效率值的影響為何。除此之外，為了與 super CCR 做對應的比較，本文將 DEA-R 結合 Anderson 與 Peterson 所提出的超級效率概念發展出 super DEA-R 模型以便對做對應的討論。在改善導向的選擇上，同樣地選擇投入導向的模式。

投入導向的 super DEA-R 其數學式表示如下：

$$\max \quad \theta_o \tag{9}$$

$$st. \quad \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^s W_{ir} \frac{(X_{ij}/Y_{rj})}{(X_{io}/Y_{ro})} \geq \theta_o \quad j = 1 \dots n \quad j \neq o \tag{10}$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^s W_{ir} = 1 \tag{11}$$

$$W_{ir} \geq 0, \theta_o \geq 0 \tag{12}$$

θ_o 代表受評估 DMU 的效率， x_{ij} 代表第 j 個 DMU 的第 i 個投入， y_{rj} 代表第 j 個 DMU 的第 r 個產出， W_{ir} 代表第 i 個投入與第 r 個產出變數比率的權重。

2.3 權重轉換

因為 DEA-R 與 CCR 權重的個數不同，並不適合做比較。舉例來說，若有兩個投入三個產出，則 DEA-R 權重的個數有六個，而 CCR 權重的個數只有五個並不能做比較。所以本研究依據數學模式的相對關係，將 CCR 的最佳權重轉換成對應 DEA-R 模式的對應權重，並以此做兩個模式間權重的比較。

本研究的轉換是將投入 i 與產出 r 有關的權重 w_{ir} ，令 $w_{ir} = v_i x_i \times u_r y_r \times t$ 。又 $\sum_{i=1}^m v_i \times x_{io} = 1$ 、 $\sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^s W_{ir} = 1$ ，因此求得 $t = 1 / \sum_{r=1}^s u_r y_r$ ，即可得到 CCR 權重與 DEA-R 權重的關係為 $w_{ir} = (v_i x_i \times u_r y_r) / \sum_{r=1}^s u_r y_r$ 。

得到權重之間的關係後，從關係可知每一個 CCR 的權重都能轉換成對應 DEA-R 的對應權重，但並非所有 DEA-R 的權重都有對應 CCR 權重。若仔細觀察對應權重可以發現， $w_{11} : w_{21} \dots : w_{m1} = \frac{(v_1 x_1 \times u_1 y_1)}{\sum_{r=1}^s u_r y_r} : \frac{(v_2 x_2 \times u_1 y_1)}{\sum_{r=1}^s u_r y_r} : \dots : \frac{(v_m x_m \times u_1 y_1)}{\sum_{r=1}^s u_r y_r} = v_1 x_1 : v_2 x_2 : \dots : v_m x_m$ ，而以同樣的方法推演可以得到對應權重多了投入上的限制及產出上的限制，如公式(13)、(14)所示。

$$w_{11} : w_{21} \dots : w_{m1} = w_{12} : w_{22} \dots : w_{m2} = \dots = w_{1s} : w_{2s} \dots : w_{ms} = v_1 x_1 : v_2 x_2 : \dots : v_m x_m \tag{13}$$

$$w_{11} : w_{12} \dots : w_{1s} = w_{21} : w_{22} \dots : w_{2s} = \dots = w_{m1} : w_{m2} \dots : w_{ms} = u_1 y_1 : u_2 y_2 : \dots : u_s y_s \tag{14}$$

因為這些限制式，所以對應權重只佔一般 DEA-R 權重的一部份。而這限制式就是 CCR 中多餘權重限制的數學意涵。

此外，把對應權重帶入 DEA-R 的方程式中後可以求得對應的效率值。而對應效率值是由對應權重求得的，對應權重又是由 CCR 權重轉換而得的，即對應效率值與 CCR 效率值都是由 CCR 權重推估而得的。因為，對應效率值與 CCR 效率值的都是由同一組權重求得的，只是對應效率值是帶入 DEA-R 模式求算、而 CCR 效率值是帶入 CCR 模式求算，所以對應效率值與 CCR 效率值的差距不是來自權重，而是來自模式不同加總方式不同的影響。所謂加總方式的不同也就是 CCR 是先將投入產出加權並相加後再相除，而 DEA-R 是先將投入、產出相除後再加權並相加。

但至此多餘權重限制的影響尚未釐清，因此本研究再將 DEA-R (公式(9)-(12)) 加上多餘權重限制 (公式(13)-(14))，求算出含多餘權重的 DEA-R 效率值。含多餘權重限制的 DEA-R 效率值與不含多餘權重限制 (即一般) 的 DEA-R 效率值間的差距即為多餘權重限制的影響。而對應效率值與含多餘權重限制的 DEA-R 效率值都有多餘的權重限制，但前者是以 CCR 選取的權重為基礎，後者是以 DEA-R 選取的權重為基礎，因此對應效率值與含多餘權重限制的 DEA-R 效率值間的差距則為因模式選取權重不同的影響。

總結這節，在 2.1 節以公式(1)-(4)可以求算 CCR 效率值；在 2.2 節以公式(9)-(12)可以求算一般 (不含多餘權重限制) 的 DEA-R 效率值；在 2.3 節前半段以 CCR 與 DEA-R 權重的關係，可以將 CCR 權重轉換成對應到 DEA-R 的對應權重，並以此對應權重求算對應效率值，除此之外，觀察對應權重的關係可以發現多餘權重限制的數學式，如公式(13)-(14)所示；在 2.3 節後半段將 DEA-R 模式 (公式(9)-(12)) 加上多餘權重限制 (公式(13)-(14)) 可以求算含多餘權重的 DEA-R 效率值。而 CCR 效率值、對應效率值、含多餘權重的 DEA-R 效率值、不含多餘權重的 DEA-R 效率值這四個效率值恰好可以劃分 CCR 與 DEA-R 的差異三種影響：模式不同比率加總、模式不同權重選取、以及多餘權重限制。其中 CCR 效率值與對應效率之差異受模式不同比率加總的影響。對應效率值與包含多餘權重的 DEA-R 效率值之差異是受到模式不同權重選取的影響；而包含多餘權重限制與不含權重限制的 DEA-R 效率值之差就是多餘權重限制的影響。從數學上來說多了限制的最佳解一定劣於或等於沒有限制的最佳解。所以可推估權重限制會造成效率值的低估。接下來為更深入解釋多餘權重限制的意義與影響，以實例輔助說明之。

3. 超級效率模式與權重轉換之實證

3.1 案例說明

本研究選取 2005 年台灣醫學中心為評估的案例。研究材料取自衛生署統計的「醫療機構現況及服務量表」。所有的醫學中心都被選做評估的目標，21 家醫學中心中包含 7 家公立醫院 (占 33%)

以及 14 家私立醫院 (占 67%)。

本研究選擇兩個投入：病床跟醫師；三個產出：門診、住院、及手術，研究數據如表 1 所示，投入產出的總數小於 DMU 總數的一半符合經驗法則的建議。此外，如表 2 所示，投入與產出的相關係數都大於 0.7 符合經驗法則的建議。另外雖然投入與投入、產出與產出之間的相關係數高，但是其在實務上是有所差異的，例如病床通常做為硬體的代表而醫師是做為軟體的代表；還有雖然手術後的病人大多會住院，但是其收費在總額給付下並不互相影響，且住院亦包含短期留觀、中期照護等不同種類的病人。因為變數有明顯的差異所以都適合被選做變數。總結此段，此研究數據是適合以 DEA 做分析的。

接下來，本研究先比較 super CCR 與 super DEA-R 這兩個模式的效率值。再依照兩個模式的效率值是否有差異將 DMU 區分成有差異及沒有差異兩類，並依此分類深入的對權重做分析，以期了解權重選取對效率值的影響。

表 1 2005 年台灣醫學中心之投入與產出表

醫院	投入 1 病床 (床)	投入 2 醫師 (人)	產出 1 門診 (人次)	產出 2 住院 (人日)	產出 3 手術 (人次)	醫院	投入 1 病床 (床)	投入 2 醫師 (人)	產出 1 門診 (人次)	產出 2 住院 (人日)	產出 3 手術 (人次)
01	2618	1106	2029864	680136	38714	11	920	316	334090	268723	15130
02	1212	473	1003707	297719	18575	12	3236	1023	1954775	920215	56167
03	1721	531	1592960	408556	36658	13	495	130	332741	136351	23423
04	2902	973	2596143	855467	75348	14	1759	491	1465374	430407	35599
05	1389	447	1116161	337523	23803	15	1357	390	1277752	368174	36006
06	1500	547	1476282	378658	22503	16	2468	675	1825332	668467	32275
07	340	145	1300016	55003	5614	17	962	316	550700	247961	15618
08	571	305	1052992	199780	26026	18	745	272	1277899	217371	11671
09	1168	369	1849711	326109	30967	19	1662	590	1916888	418205	21551
10	921	372	1089975	209323	23847	20	898	275	698945	209134	11748
						21	1708	537	1702676	470437	32218

表 2 投入與產出之相關係數表

	投入 1 病床	投入 2 醫師	產出 1 門診	產出 2 住院	產出 3 手術
投入 1 病床	1.000(**)				
投入 2 醫師	0.956(**)	1.000 (**)			
產出 1 門診	0.774(**)	0.775 (**)	1.000(**)		
產出 2 住院	0.990(**)	0.945 (**)	0.769(**)	1.000 (**)	
產出 3 手術	0.828(**)	0.781 (**)	0.719 (**)	0.863 (**)	1.000(**)

**在顯著水準為 0.01 時 (雙尾)，相關顯著。

3.2 Super CCR 與 Super DEA-R 效率值的比較

本研究以 Excel 作為計算 super CCR 與 super DEA-R 效率值的工具。為確保其正確性，以 DEA-solver 求算出來 super CCR 的效率值，對照 Excel 的效率值。根據對照，本研究求算出來的效率值是正確的。此外，過去研究建議對效率值做限制以避免某些特別 DMUs 有過高的效率值 (Sueyoshi, 1999)，本研究也採用其建議計算各個 DMU 的調整後指數 (Adjusted Index Number, AIN) 以避免過高的效率值的影響。效率值、AIN 值如表 3 所示。

DMU (醫院) 的效率值如果大於 1，代表這個 DMU 是高效的，這個案例中有 DMU 04, 07, 08, 09, 13, 18 等 6 個 DMU 是高效的，在表 3 中都以粗體字標示以示區別。此效率值還可以用來計算不會影響高低效判斷的總投入額度。若總投入額度小於等於原來的投入量乘以效率值，依然會被評比成高效的 DMU，一旦投入高於加乘後的額度則會被評比成低效的 DMU。以 super CCR 評估 DMU 08 為例，評估出來的效率值是 1.3149。代表 CCR 求算出 DMU 08 病床可以從原來的投入 571 (見表 1) 增加到 751 ($=571 \times 1.3149$)，醫生可以從 305 增加到 401，依然保持高效，但增加後的量超

表 3 各模式效率值、超級效率值、AIN 值、排序及超級模式間效率值的差距

D M U	CCR				DEA-R				超級效率模式 效率值的差距
	一般 效率值	超級 效率值	AIN	排 序	一般 效率值	超級 效率值	AIN	排 序	
1	0.8137	0.8137	-	19	0.8137	0.8137	-	19	0.0000
2	0.7913	0.7913	-	20	0.7920	0.7920	-	20	0.0007
3	0.8352	0.8352	-	15	0.8432	0.8432	-	15	0.0080
4	0.9980	0.9980	-	6	1	1.0022	1	6	0.0041
5	0.8347	0.8347	-	17	0.8417	0.8417	-	17	0.0070
6	0.8349	0.8349	-	16	0.8423	0.8423	-	16	0.0074
7	1	2.1699	2	1	1	2.1699	2	1	0.0000
8	1	1.3149	1.2662	3	1	1.5396	1.4602	3	0.2247
9	1	1.0753	1.0606	4	1	1.2771	1.2354	4	0.2018
10	0.7356	0.7356	-	21	0.7465	0.7465	-	21	0.0109
11	0.9814	0.9814	-	7	0.9814	0.9814	-	8	0.0000
12	0.9802	0.9802	-	8	0.9802	0.9802	-	9	0.0000
13	1	1.9516	1.8127	2	1	1.9516	1.8131	2	0.0000
14	0.8840	0.8840	-	12	0.9082	0.9082	-	12	0.0243
15	0.9717	0.9717	-	10	0.9865	0.9865	-	7	0.0148
16	0.9750	0.9750	-	9	0.9797	0.9797	-	10	0.0047
17	0.8782	0.8782	-	13	0.8782	0.8782	-	13	0.0000
18	1	1.0047	1	5	1	1.0235	1.0182	5	0.0188
19	0.8495	0.8495	-	14	0.8551	0.8551	-	14	0.0056
20	0.8146	0.8146	-	18	0.8220	0.8220	-	18	0.0074
21	0.9585	0.9585	-	11	0.9675	0.9675	-	11	0.0090

過這個數值則會被判定為低效。如果以 super DEA-R 評估 DMU 8，DMU 8 效率值是 1.5396，代表 DEA-R 求算出 DMU 8 可以從 571 增加到 879，醫生可以從 305 增加到 470 依然保持高效。就 DMU 8 而言，super DEA-R 可以求算出更高的效率值，也就是可以找出更多的可用資源而不影響效率的判定。由 super CCR 評估的效率值小於由 super DEA-R 評估的效率值之 DMU 有 DMU 02-06, 08-10, 14-16, 18-21 等 15 個 DMU，這些 DMU 在表 3 模式間效率值差距一欄會加上文字框線以示區別。根據表 3，可以觀察到不管哪一個 DMU 以 super DEA-R 都可以求算出相等或者更高於 super CCR 的效率值。

關於效率值差距的敘述統計如表 4 所示。先觀察兩個模式間有差距的 DMU 佔各分類中的比例：所有的 21 個 DMU 中，15 個 DMU 效率值是有差距的，佔總體的比例為 71.42%。若細分成高效、低效的 DMU 兩組做分析，6 個高效 DMU 中有 4 個 (66.67%) DMU 效率值是有差距的；而 15 個低效 DMU 中更有 11 個 (73.33%) DMU 效率值是有差距的。不管如何區分有差距的比例皆大於三分之二。根據這個結果，可以說明以兩個模式間有很大的差異。再比較平均差距的部分：所有 DMU 的平均差距是 0.026；高效組中 DMU 的平均差距為 0.075；低效組中 DMU 的平均差距為 0.007。高效組的平均差距遠大於低效組。以 DEA-R 及 super DEA-R 的效率值做兩個相關樣本的無母數檢定，其統計量為 3.408、p-value 為 0.001，在 $\alpha = 0.01$ 之下有顯著差異。根據上述的結果，本研究認為結合超級效率的概念將一般 DEA-R 發展成 super DEA-R 是有其意義的。因為僅以單一案例結果解釋發展 super DEA-R 的意義其理由不夠充分，在下一小節將以權重的轉換除了解釋多餘權重限制的意義與影響，也從學理的角度進一步解釋發展 super DEA-R 的意義。

3.3 Super CCR 與 Super DEA-R 最佳權重的比較

為了瞭解 super DEA-R 模式的效率值大於等於 super CCR 的效率值之原因，以便從學理上解釋發展 super DEA-R 的意義，並了解多餘權重限制的意義與影響，在此小節研究兩個模式的最佳權重。super DEA-R 與 super CCR 權重的個數不同並不適合做分析，以本研究為例，如表 5 所示，super DEA-R 的權重個數有六個、super CCR 的權重個數只有五個並不能做分析比較。因此，本研

表 4 效率值差距統計表

分組	效率值無差距組			效率值有差距組			合計		
	均差	個數	決策單位	均差	個數	決策單位	均差	個數	決策單位
高效	0	2	07, 13	.112	4	04, 08, 09, 13	.075	6	04, 07-09, 13, 18
低效	0	4	01, 11, 12, 17	.009	11	02-03, 05-06, 10, 14-16, 19-21	.007	15	01-03, 05-06, 10-12, 14-17, 19-21
合計	0	6	01, 07, 11-12, 17	.037	15	02-06, 08-10, 13-16, 19-21	.026	21	01-21

表 5 Super CCR 與 Super DEA-R 之最佳權重

D M U	Super CCR 的最佳權重					Super DEA-R 的最佳權重					
	病床	醫師	門診	住院	手術	病床 /門診	病床 /住院	病床 /手術	醫師 /門診	醫師 /住院	醫師 /手術
1	0.637	0.363	0.000	0.814	0.000	0.000	0.637	0.000	0.000	0.363	0.000
2	0.655	0.345	0.000	0.791	0.000	0.026	0.000	0.601	0.373	0.000	0.000
3	0.650	0.350	0.049	0.786	0.000	0.054	0.000	0.582	0.364	0.000	0.000
4	0.689	0.311	0.000	0.998	0.000	0.064	0.571	0.000	0.000	0.365	0.000
5	0.640	0.360	0.042	0.793	0.000	0.063	0.567	0.000	0.000	0.370	0.000
6	0.611	0.389	0.049	0.786	0.000	0.052	0.558	0.000	0.000	0.389	0.000
7	0.816	0.184	2.170	0.000	0.000	0.816	0.000	0.000	0.184	0.000	0.000
8	1.000	0.000	0.262	0.751	0.301	0.324	0.000	0.676	0.000	0.000	0.000
9	0.113	0.887	0.375	0.701	0.000	0.072	0.000	0.000	0.495	0.194	0.240
10	0.586	0.414	0.056	0.679	0.000	0.000	0.000	0.375	0.339	0.287	0.000
11	0.684	0.316	0.000	0.981	0.000	0.000	0.684	0.000	0.000	0.316	0.000
12	0.701	0.299	0.000	0.980	0.000	0.000	0.701	0.000	0.000	0.299	0.000
13	0.000	1.000	0.000	0.000	1.952	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
14	0.672	0.328	0.046	0.838	0.000	0.180	0.000	0.000	0.000	0.820	0.000
15	0.666	0.334	0.051	0.921	0.000	0.173	0.000	0.000	0.000	0.827	0.000
16	0.677	0.323	0.041	0.934	0.000	0.079	0.592	0.000	0.000	0.328	0.000
17	0.693	0.307	0.000	0.878	0.000	0.000	0.693	0.000	0.000	0.307	0.000
18	0.638	0.362	0.301	0.704	0.000	0.649	0.022	0.000	0.000	0.329	0.000
19	0.617	0.383	0.058	0.792	0.000	0.045	0.568	0.000	0.000	0.386	0.000
20	0.651	0.349	0.041	0.773	0.000	0.063	0.578	0.000	0.000	0.359	0.000
21	0.645	0.355	0.052	0.906	0.000	0.058	0.575	0.000	0.000	0.367	0.000

究依據權重間的相對關係，將 super CCR 的最佳權重轉換成 super DEA-R 模式對應權重，根據 2.3 節的敘述 super CCR 權重與 super DEA-R 權重的關係為 $w_{ir} = \left(v_i x_i \times u_r y_r \right) / \sum_{r=1}^s u_r y_r$ 。接下來的案例

中，本研究 super CCR 的最佳權重，依照上述的關係式轉換成對應權重，轉換成對應權重後，再將對應權重帶入 super DEA-R 的限制式中求出對應效率值。

Super CCR 與 super DEA-R 的最佳權重在表 5。Super CCR 對應到 super DEA-R 的對應權重與對應效率值在表 6。根據對應的權重與效率值可以做兩個模式間更深入的分析。這裡分兩部分作討論，第一部分有 01, 07, 11, 12, 13, 17 等六個 DMU，是效率值沒有差距的 DMU。第二部分是效率值有差距的 15 個 DMU。

3.3.1 效率值沒有差距的 DMU 之最佳權重的比較

先以效率值最高的 DMU 07 為例。根據 super CCR 的最佳權重（見表 5），在投入 1（病床）與投入 2（醫師）重要性的比 $v_1 x_1 : v_2 x_2 = 0.816:0.184$ 、產出 1（門診）、產出 2（住院）、產出 3（手術）重要性的比 $u_1 y_1 : u_2 y_2 : u_3 y_3 = 2.170:0:0 = 1:0:0$ 時，DMU 07 是最具有優勢的。因為權重 w_{11} 與投入 1

表 6 對應權重、對應效率值與各因素之影響

D M U	Super CCR 對應到 Super DEA-R 的對應權重						對應 效率值	比率加總 的影響	影響 程度	權重選取 的影響	影響 程度
	床/診	床/住	床/術	醫/診	醫/住	醫/術					
1	0.000	0.637	0.000	0.000	0.363	0.000	0.8137	-	-	-	-
2	0.000	0.655	0.000	0.000	0.345	0.000	0.7913	0	0%	0.0007	100%
3	0.038	0.612	0.000	0.021	0.329	0.000	0.8394	0.0042	52%	0.0038	48%
4	0.000	0.689	0.000	0.000	0.311	0.000	0.9980	0	0%	0.0041	100%
5	0.032	0.608	0.000	0.018	0.342	0.000	0.8384	0.0037	53%	0.0033	47%
6	0.036	0.575	0.000	0.023	0.366	0.000	0.8391	0.0042	57%	0.0032	43%
7	0.816	0.000	0.000	0.184	0.000	0.000	2.1699	-	-	-	-
8	0.199	0.572	0.229	0.000	0.000	0.000	1.3423	0.0274	12%	0.1973	88%
9	0.039	0.074	0.000	0.309	0.578	0.000	1.0757	0.0004	0%	0.2014	100%
10	0.045	0.541	0.000	0.032	0.382	0.000	0.7356	0.00001	0%	0.0109	100%
11	0.000	0.684	0.000	0.000	0.316	0.000	0.9814	-	-	-	-
12	0.000	0.701	0.000	0.000	0.299	0.000	0.9802	-	-	-	-
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.9516	-	-	-	-
14	0.035	0.637	0.000	0.017	0.311	0.000	0.8888	0.0048	20%	0.0195	80%
15	0.035	0.631	0.000	0.018	0.316	0.000	0.9777	0.0060	41%	0.0088	59%
16	0.028	0.649	0.000	0.014	0.309	0.000	0.9755	0.0005	11%	0.0042	89%
17	0.000	0.693	0.000	0.000	0.307	0.000	0.8782	-	-	-	-
18	0.191	0.447	0.000	0.108	0.254	0.000	1.0050	0.0003	2%	0.0185	98%
19	0.042	0.575	0.000	0.026	0.357	0.000	0.8506	0.0011	20%	0.0045	80%
20	0.033	0.618	0.000	0.018	0.331	0.000	0.8185	0.0039	53%	0.0035	47%
21	0.035	0.610	0.000	0.019	0.336	0.000	0.9656	0.0071	79%	0.0019	21%

與產出 1 有關，所以依上一段的轉換公式，super CCR 對應的 super DEA-R 對應權重

$$w_{11} = (v_1 x_1 \times u_1 y_1) / \sum_{r=1}^s u_r y_r = (0.816 \times 2.170) / 2.170 = 0.816。以此類推，可以得到 w_{12} = 0、w_{13} = 0、$$

$w_{21} = 0.184、w_{22} = 0、w_{23} = 0$ 。而以此方法求算的 super CCR 對應權重 (見表 6) 與 super DEA-R 的最佳權重 (見表 5) 是相同的。所以就 DMU 07 而言，super CCR 與 super DEA-R 對投入、產出相對重要性的看法 (即權重的看法) 是一致的，而其兩個模式求算的效率值也沒有差距。再以沒有差距的 DMU 中效率值最低的 DMU 01 為例，比較 super CCR 與 super DEA-R 的最佳權重。根據 super CCR 的推算，在投入 1 與投入 2 重要性的比為 $v_1 x_1 : v_2 x_2 = 0.637:0.363$ ，產出 1、產出 2、產出 3 重要性的比為 $u_1 y_1 : u_2 y_2 : u_3 y_3 = 0:0.814:0 = 0:1:0$ 時，對 DMU 01 是最有利 (為何 DMU 01 選取了最有利的權重還是屬於低效的，是因為 DMU 01 即使選擇對其最有利的權重，但其他 DMU 效率依此權重評估出來的效率值高於 DMU 01)。根據這個關係的對應權重為 $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}) = (0, 0.637, 0, 0, 0.363, 0)$ 。這組對應權重與表 5 中 super DEA-R 所推算出的最佳權重也是一致的。

本研究將 DMU 11, 12, 13, 17 四個效率值沒有差距的 DMU 以此概念分析，得到 super CCR 之對應權重與 super DEA-R 最佳權重都是一致的。以此結果可以做出兩點推論：(1)兩個模式間的效率值一致與否，與效率值的高低並無關聯；(2)當 super CCR 與 super DEA-R 的效率值一致之時，其兩個模式對應的權重一定是一致的。

3.3.2 效率值有差距的 DMU 之最佳權重的比較

接下來討論的是效率值有差距的 DMU。先討論差距最大的高效 DMU 08，如表 5 所示 super CCR 評估出，投入 1 與投入 2 重要性的比為 $v_1x_1 : v_2x_2 = 1:0$ ，產出 1、產出 2、產出 3 重要性的比為 $u_1y_1 : u_2y_2 : u_3y_3 = 0.262:0.751:0.301 = 0.199:0.572:0.229$ ，根據權重轉換的概念，super CCR 的對應權重為 $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}) = (0.199, 0.572, 0.229, 0, 0, 0)$ 。而 super DEA-R 的最佳權重則為 $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}) = (0.324, 0, 0.676, 0, 0, 0)$ ，明顯的與 super CCR 的對應權重不同。

根據觀察，造成 super CCR 與 super DEA-R 效率值的差距的因素有比率的加總與權重的選取等兩個因素。接下來先探討這兩個因素影響的程度占多少比例。因此，本研究先將 super CCR 的對應權重帶入 super DEA-R 的限制式中求算出相對應的效率值。分析出相對應的效率值後，其與 super CCR 效率值之間的差距就是比率加總所造成的差異，而其與 super DEA-R 效率值之間的差距就是權重選取所造成的差異，而這個差異將在下一小段作更詳細介紹。以 DMU 08 這個例子而言，使用對應權重的效率值 1.342 (見表 6) 與 super CCR 的效率值 1.315 (見表 3) 之間的差距來自於比率加總上的影響，而使用對應權重的效率值 1.342 與 super DEA-R 的最佳效率值 1.540 (見表 3) 的差距就是來自於權重的選取。將差距整理可以得到兩個模式間總差距為 0.2247、比率加總造成的差距為 0.0274 (占 12%)、以及權重選取造成的差距為 0.0274 (占 88%)。再以差距最小的 DMU 4 為例分析兩個模式在權重選取上的不同。Super CCR 的對應權重為 $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}) = (0, 0.689, 0, 0, 0.311, 0)$ ，對應效率值為 0.9980；而 super DEA-R 的最佳權重為 $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}) = (0.064, 0.571, 0, 0, 0.365, 0)$ ，效率值為 1.0022。整理得到可以得到兩個模式間總差距為 0.0042，比率加總造成的差距為 0 (占 0%)，權重選取造成的差距為 0.0042 (占 100%)。本研究將比率加總造成的影響與權重選取造成的影響分別列在表 6 的最後幾欄。

根據這些結果，本研究觀察到兩個現象：(1)兩個模式效率值沒有差距的 DMU 01, 07, 11-13, 17 或所有比率加總沒有影響的 DMU 02, 04 都有一個特徵：不為 0 的權重只集中於某一個產出。舉例來說 DMU 02 只集中在住院、DMU 07 只集中在門診。(2)CCR 對應在 DEA-R 的對應權重都有一個特色，就是若 CCR 認為產出 i 的不具優勢，則所有與該產出有關的對應權重都不被選取。第一個現象可以解釋比率加總的影響只在多個產出時發生，當只有一個產出，或者不為 0 權重集中在某一個產出時不會有比率加總的影響。而第二個現象則代表 CCR 隱藏著的假設，這個假設限制投入間的關係要符合 $w_{11} : w_{21} : \dots : w_{m1} = w_{12} : w_{22} : \dots : w_{m2} = \dots = w_{1s} : w_{2s} : \dots : w_{ms}$ 、限制產出間的關係要符合 $w_{11} : w_{12} : \dots : w_{1s} = \dots = w_{m1} : w_{m2} : \dots : w_{ms}$ 這樣的限制。以 DMU 04 為例，若 CCR 判定產出 1 不具優

勢，不管是以投入 1 製造產出 1、或者以投入 2 製造產出 1 都不具優勢。但 DEA-R 較 CCR 有彈性，可以將投入 1 製造的產出 1 與投入 2 製造的產出 1 分開來求算。以 DMU 04 為例，雖然投入 2 轉換產出 1 都不具優勢，但以投入 1 轉換產出 1 是有少許優勢的。接下來探討多餘權重限制的影響。將原本的 super DEA-R 模式加上投入間的關係與產出間的權重限制後可以求得含多餘權重限制的 DEA-R 效率值以及最佳權重，結果如表 7。

因為含權重限制 DEA-R 所計算出來的 DEA-R 最佳權重都能與 CCR 相對應，所以含權重限制 DEA-R 效率值與 CCR 對應效率值的差異是受到模式不同其權重選取不同的影響。而含權重限制 DEA-R 與不含權重限制 DEA-R 的差異即為多餘權重限制的影響，也就是權重選取的影響可以再細分成多餘權重限制的影響以及因模式不同其權重選取不同等兩種影響。在此案例中，有 DMU 02-06, 09-10, 14-16, 18-21 等 14 個 DMU 都受到多餘權重限制的影響。從學理上每一組 CCR 權重都可以對應到 DEA-R 模式中，但是這些對應權重僅僅是 DEA-R 所有模式的一部分而已（含多餘

表 7 含多餘權重限制之 super DEA-R 的最佳權重、效率值與各因素之影響

DMU	含多餘權重限制的 Super DEA-R 最佳權重						不含多 餘權重 DEA-R 效率值	含多餘 權重的 DEA-R 效率值	CCR 對應 效率 值	CCR 效率 值	權重限 制的影 響程度	模式不 同的影 響程度	比率加 總的影 響程度
	床/診	床/住	床/術	醫/診	醫/住	醫/術							
1	0.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.00	0.814	0.814	0.814	0.814	-	-	-
2	0.00	0.66	0.00	0.00	0.35	0.00	0.792	0.791	0.791	0.791	100%	0%	0%
3	0.04	0.61	0.00	0.02	0.34	0.00	0.843	0.843	0.839	0.835	4%	44%	52%
4	0.04	0.58	0.00	0.03	0.35	0.00	1.002	1.000	0.998	0.998	60%	40%	0%
5	0.04	0.59	0.00	0.02	0.34	0.00	0.842	0.842	0.838	0.835	3%	44%	53%
6	0.03	0.57	0.00	0.02	0.37	0.00	0.842	0.842	0.839	0.835	7%	36%	57%
7	0.82	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	2.170	2.170	2.170	2.170	-	-	-
8	0.32	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	1.540	1.540	1.342	1.315	0%	88%	12%
9	0.00	0.00	0.00	0.58	0.20	0.22	1.277	1.273	1.076	1.075	2%	98%	0%
10	0.10	0.03	0.15	0.25	0.07	0.40	0.747	0.742	0.736	0.736	39%	61%	0%
11	0.00	0.68	0.00	0.00	0.32	0.00	0.981	0.981	0.981	0.981	-	-	-
12	0.00	0.70	0.00	0.00	0.30	0.00	0.980	0.980	0.980	0.980	-	-	-
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.952	1.952	1.952	1.952	-	-	-
14	0.00	0.00	0.00	0.22	0.79	0.00	0.908	0.907	0.889	0.884	6%	74%	20%
15	0.05	0.31	0.00	0.08	0.56	0.00	0.987	0.982	0.978	0.972	34%	26%	41%
16	0.06	0.41	0.00	0.07	0.46	0.00	0.980	0.978	0.976	0.975	40%	49%	11%
17	0.00	0.69	0.00	0.00	0.31	0.00	0.878	0.878	0.878	0.878	-	-	-
18	0.42	0.27	0.00	0.19	0.12	0.00	1.024	1.023	1.005	1.005	2%	96%	2%
19	0.03	0.58	0.00	0.02	0.37	0.00	0.855	0.855	0.851	0.850	4%	77%	20%
20	0.04	0.61	0.00	0.02	0.33	0.00	0.822	0.822	0.819	0.815	5%	42%	53%
21	0.04	0.60	0.00	0.02	0.34	0.00	0.968	0.967	0.966	0.959	2%	19%	79%

權重限制的 DEA-R 模式)，如上述 DMU 02-06, 09-10, 14-16, 18-21 等 14 個 DMU 所計算出來的 DEA-R 最佳權重，都是與權重 CCR 所不能對應的權重。換句話說，因為權重關係的限制，CCR 只能尋求一部份區域的最佳解，而非全部區域的最佳解。

多餘權重限制除了影響效率值的低估外，也會造成投入產出的關係無法表達。例如醫學中心的個案中病床與手術及住院的關係密切，但病床對於門診的增加並無幫助，可是醫師對於門診、手術及住院都相當重要，而 CCR 或 weight SBM 等模式只有只有一個產出權重 u ，無法表達產出與不同投入的關係。因此，採用不含多餘權重限制的 super DEA-R 不僅能避免效率值的低估，還有助於表達單一投入產出間的關係。

接下來，為了對最佳權重做更深入的分析，下一節將以最佳權重為變項將所有的 DMU 做分群，並比較模式間分群的差異。

4. 群集分析之實證

過去的研究曾以 DMU 的各個交叉效率值為變項作群集分析 (Wu *et al.*, 2009)。交叉效率值可以呈現 DMU 在不同狀態下的相對效率，所以用交叉效率值為變項做群集分析後，不同狀態下效率值相近的 DMU 將被分在同一群。這個概念啟發了本研究藉由群集分析將最佳權重做進一步的分析。最佳權重則是呈現 DMU 最有利的狀態，依最佳權重為變項做群集分析，最佳狀態相近的 DMU 將被分在同一群。以最佳權重做群集分析，除了可以藉由群集內的分析，了解有哪些 DMU 最有利的狀態是相近的；還可以藉由群集間的分析，檢視各群集的特徵及優劣。此外，分群之資訊也可以檢視出 CCR 與 DEA-R 兩個模式間最佳權重的差異。因此，本研究採用 Statistica 為分析工具，以最佳權重為變項做 DMU 的群集分析。

4.1 以 Super CCR 最佳權重為變項的群集分析

依據 super CCR 最佳權重為變項的群集分析圖如圖 1 所示。若分成五群：第一群有 DMU 13；第二群有 DMU 07；第三群有 DMU 09；第四群有 DMU 08；第五群有 DMU 01-06、10-12、14-21。所有 DMU 所屬的分群整理在表 8 中。

接下來觀察表 9 中 CCR 的分群與平均最佳權重，先藉由群集與群集之間的比較了解各分組特徵。第一群 DMU 在投入變項的權重方面，僅選取醫師這一項的權重，且醫師這一個變項的權重高於其他群的醫師權重；在產出變項方面，也僅選取手術這一項的權重，第一群的手術權重也明顯高於其他群的手術權重，所以第一群的醫療組織特色是在醫師執行手術上。第二群 DMU 在投入變項方面與其他群相較並無明顯不同之處；在產出變項的權重上，僅選取門診這一項，門診的權重則明顯高於其他群，所以第二群的醫療組織的特色主要在看診上。第三群 DMU 在投入變項方面，醫師的權重略低於第一群明顯高於其他群；在產出變項方面，門診的權重僅低於第二群，

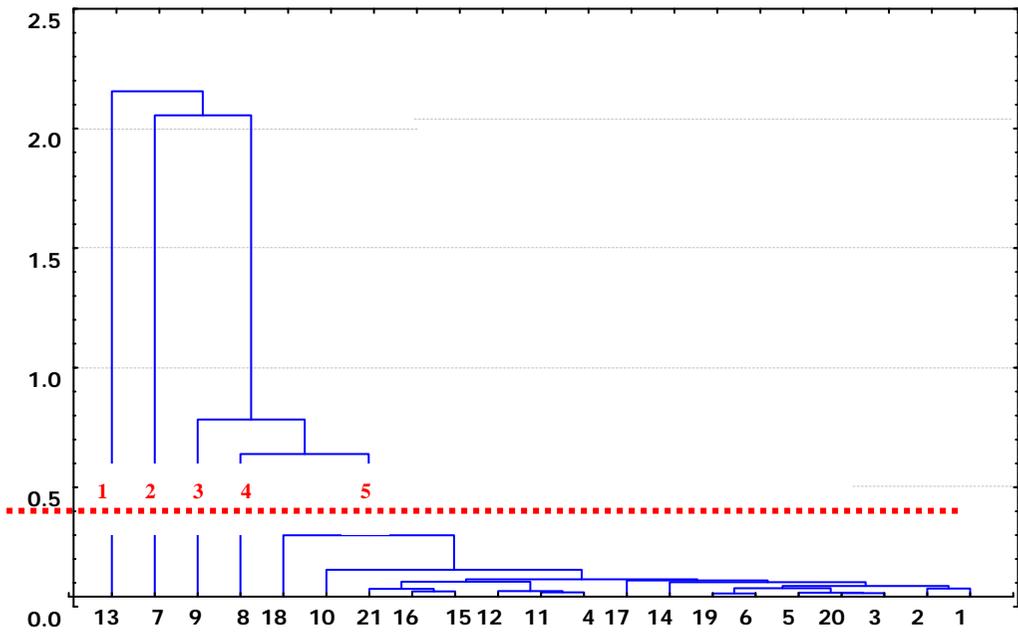


圖 1 以 CCR 權重為變項之群集分析圖

表 8 各 DMU 的分群

DMU	以 Super CCR 權重的分群	以 Super DEA-R 權重的分群	DMU	以 Super CCR 權重的分群	以 Super DEA-R 權重的分群
1	5	5	11	5	5
2	5	2	12	5	5
3	5	2	13	1	1
4	5	5	14	5	3
5	5	5	15	5	3
6	5	5	16	5	5
7	2	4	17	5	5
8	4	2	18	5	4
9	3	2	19	5	5
10	5	2	20	5	5
			21	5	5

表 9 各分群的平均效率值與平均最佳權重

CCR								DEA-R								
群	個數	平均效率	平均最佳權重					群	個數	平均效率	平均最佳權重					
			病床	醫師	門診	住院	手術				床/診	床/住	床/術	醫/診	醫/住	醫/術
1	1	1.952	0.000	1.000	0.000	0.000	1.952	1	1	1.952	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
2	1	2.170	0.816	0.184	2.170	0.000	0.000	2	5	1.040	0.095	0.000	0.447	0.314	0.096	0.048
3	1	1.075	0.113	0.887	0.375	0.701	0.000	3	2	0.947	0.177	0.000	0.000	0.000	0.824	0.000
4	1	1.315	1.000	0.000	0.262	0.751	0.301	4	2	1.597	0.733	0.011	0.000	0.092	0.165	0.000
5	17	0.891	0.654	0.346	0.046	0.844	0.000	5	11	0.906	0.039	0.611	0.000	0.000	0.350	0.000

住院的權重與四、五群相近而遠高於一、二群，所以第三群的醫療組織的特色是醫生為主，產出住院為主、門診為輔。第四群 DMU 在投入變項方面，病床的權重高於其他群；在產出變項方面，門診的權重略高於第五群的平均，而住院的權重與四、五群相似遠高於一、二群，手術僅低於第一群高於其他群集。所以第四群醫療組織的特色是病床為重，住院為主產出、門診及手術是輔助產出。而第五群，是病床為主投入醫師為輔助投入，住院為主產出。

接下來，同時觀察各分群的平均效率值及平均權重，以了解各分群的發展策略。首先，super CCR 效率值最高的前四名 DMU 07、13、08、09 都各自被區分為一個群集，而其他的 DMU 則被區分為一群，而這些 DMU 中最高的效率值僅 1.0047 (DMU 18)。此外，觀察產出的最佳權重可以發現除了第一群與第二群住院的權重全是 0，其他 DMU 住院的權重皆大於 0.679。根據這些觀察，本研究認為第一、第二群的 DMU 分別在手術、門診上有明顯的優勢，而其他群集的 DMU 無法在這兩項上取得優勢，所以就會將住院的權重調高以達到自身最有利的權重。此外，因為許多 DMU 選取類似的最佳權重，所以其效率值無法提高。總結這段分析，CCR 的分群跟效率值有很大的關聯性，因為效率值高的 DMU 在該變項的優勢會使其他 DMU 偏向增加其他變項的最佳權重，進而使效率值高的 DMU 被一一區分開來。接下來，本研究以 super DEA-R 的最佳權重為變項做群集分析，以探討效率值不高的 DMU 如何提高其效率。

4.2 以 Super DEA-R 最佳權重為變項的群集分析

以 super DEA-R 最佳權重為變項的群集分析如圖 2 所示，若分成五群：第一群為 DMU 13；第二群為 DMU 2、3、8、9、10；第三群為 DMU 14、15；第四群為 DMU 7、18；第五群為 DMU 1、4-6、11、12、16、17、19-21。所有 DMU 所屬的分群也整理在表 8 中。

接下來，比較表 9 中各群集最佳權重的平均。第一群 DMU 的 w_{23} 明顯高於其他群，所以第一群的醫療組織的優勢是在以醫生執行手術上。第二群 DMU w_{13} 的平均加上 w_{21} 的平均明顯高過於其他群集，第二群可以分類成病床吸引手術或醫生執行門診有優勢的類型的 DMU 所組成。若再細分，DMU 8 除了這個群別的優勢外，還有病床產生門診上的優勢；DMU 9 搭配的是醫生產生

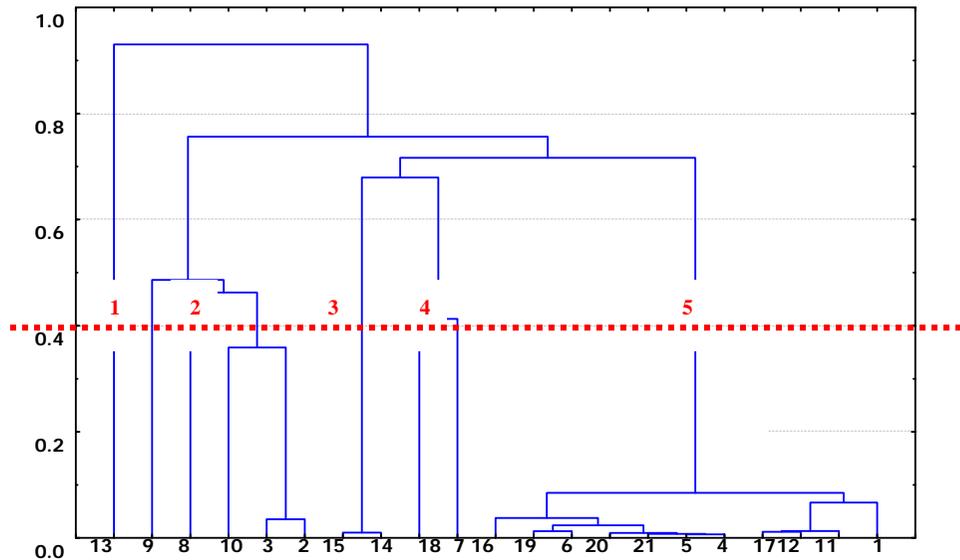


圖 2 以 DEA-R 權重為變項之群集分析圖

住院及手術；DMU 10 搭配的是醫生產生住院；而 DMU 02、03 則僅有這個群別的優勢(病床吸引手術及醫生執行門診)。從第三群 DMU 最佳權重的平均，可以看出 w_{22} 的平均明顯高於其他群，所以第三群的醫療組織是在以醫生管理住院上佔優勢的 DMU 所組成。第四群，可以看出 w_{11} 高於其他群，所以第四群的醫療組織是在以病床吸引門診上佔優勢的 DMU 所組成。至於第五群，可以看出 w_{12} 皆大於 0.55 且高於其他群，所以第五群的醫療組織是病床吸引住院上佔優勢的一組。除了這個優勢之外，第五群的 w_{22} 都大於 0.299，雖然沒有明顯的勝過其他群集，這表示第五群的醫療組織在住院上佔優勢的。

再分析 super DEA-R 效率值與最佳權重分群的關係。Super DEA-R 效率值最高的 DMU 7，他的發展策略是屬於第四群的 (以病床吸引門診上佔優勢)。接下來，效率值次高的 DMU 13 的發展策略是屬於第一群 (尋找醫生執行手術上的優勢)。而效率值第三、第四高的 DMU 都是屬於第二群的，他們的發展策略分別是病床執行手術、醫生看診上的優勢。從另一個角度分析 super DEA-R 效率值與最佳權重分組的關係。第一群中效率值最高的為 DMU 13，其效率值為 1.9516；第二群中最高的為 DMU 8，其效率值為 1.5396；第三群中最高的為 DMU 15，其效率值為 0.9865；第四群中最高的為 DMU 07，其效率值為 2.1699；第五群中最高的為 DMU 04，其效率值為 1.0022。總而言之，不同於 super CCR 最佳權重的分組，super DEA-R 最佳權重分組與效率值並無特別的關聯。也就是，效率值高的 DMU 並不會被獨立分組，而效率值低的 DMU 可能跟效率值高的 DMU

被區分在同一組。

最後，同時參考 super DEA-R 各分群的平均效率值與平均最佳權重。首先，大部分醫學中心最有利的 super DEA-R 權重都重在住院上，以 super CCR 權重分析也有相同的現象。本研究認為此現象的原因是類似的，DMU 7、13 在門診、手術上明顯的優勢，迫使大部分 DMU 增加住院的權重。此外還有一個現象，因為著重住院的醫院很多，在互相競爭的情況下，並沒有醫院特別的突出。例如，這群集 3 與群集 5 兩個群集的醫院中，效率值最高的 DMU 04，其效率值為 1.0022 僅在高效與低效的邊緣，反倒是，DMU 8、9、18 雖然門診、手術上沒有明顯的優勢，卻能善用組合的優勢取得高效率，例如 DMU 08 產出以手術為主門診為輔；DMU 09 產出以門診為主，門診、住院為輔；DMU 18 雖然採用與 DMU 7 相似的策略（尋求以病床吸引門診上的優勢），但是同時結合了另一個單項投入產出（以醫生管理病床）的優勢，所以還能保持不錯的效率。根據這段的分析，可以提出一項建議：因為，大多數的醫院都集中各種資源以達成某一項產出上優勢，在未來可以改朝多個單項投入產出為優勢的方向發展。

5. 結論與建議

權重選取是 DEA 的一大特色，所以不管在實務上或理論上都有許多的研究針對權重的議題作探討。2007 起，開始對 CCR 權重表達不完整與多餘權重限制作理論研究，並發展 DEA-R 以克服以上的缺陷。本研究也延續過去的理論研究，以實際的案例探討權重選取之影響。本研究的主要成果有：(1)針對實際案例的需求，本研究將基本的 DEA-R 模式結合超級效率的概念發展出 super DEA-R。(2)將 super CCR 的權重對應成 super DEA-R 權重，探討出多餘權重限制對效率值低估的影響。(3)運用群集分析進一步的分析權重，讓各 DMU 了解自身最有利的權重外，也了解自身與其他 DMU 最佳權重的關係。接下來，詳述各項結果並說明其意涵與貢獻。

針對本研究的第一項成果，發展 super DEA-R 不僅能更精確的評估高效 DMU 的效率值，也可以藉由與 super CCR 的比較發現高效 DMU 被低估的幅度。在此個案中，不管是高效 DMU 與低效 DMU 都有低估效率值的情況發生，但高效 DMU 被低估的幅度遠大於低效 DMU 被低估的幅度，再加上藉由基礎的 DEA-R 並無法發現高效 DMU 被低估的幅度，以及 super CCR 確實會受到多餘權重限制的影響而低估效率值。這些結果彰顯了發展 super DEA-R 的意義與在實務上的價值。

針對本研究的第二項成果，不管高效組或低效組都有 DMU 兩個模式間之效率值是有差異的，這印證 CCR 與 DEA-R 有效率值的差異在超級效率模式中亦存在。而 DEA-R 的效率值會大於等於 CCR 的效率值，而造成差異的原因可以細分成因多餘權重限制而造成的影響、數學模式及實例的比率加總的影響。藉由最加權重的轉換，有助於解釋多餘權重限制的意義，也可精確地劃分出多餘權重限制、模式權重選取不同與比率加總的影響程度。此外，因為多餘權重限制造成的差距則

可以解釋成 DEA-R 是優於 CCR 的，且此個案中大部分的 DMU 都受權重限制的影響，根據結果本研究認為 super DEA-R 有優於 super CCR 之處，而未來的研究也可採用 super DEA-R 做為評估模式以避免低估效率值。

最後，在過去的研究中並沒有以最佳權重為變數做群集分析。本研究以最佳權重做群集分析可使最佳權重做一個整理以利分析。根據個案的結果，本研究發現 super CCR 的分群與效率值有明顯的關聯，效率值高的 DMU 會被獨立於效率值低者之外各自成一類，而 super DEA 的分群與效率值沒有明顯的關聯，數個效率值低的 DMU 也可以組成一個群集，效率值高的也會跟其他效率低的區分在同一群。此外，根據分群，可以發現效率值高 DMU 的明顯優勢會產生排擠效應，其他 DMU 會盡量增加其他產出的權重，以避開效率值高 DMU 的優勢。個案中，這樣的排擠效應在 super CCR 權重的群集分析中特別明顯，幾乎所有的醫院都增加住院的權重，以淡化 DMU 07 在門診、DMU 13 在手術上的明顯優勢。不同於 super CCR，super DEA-R 模式雖然有類似的現象，但是因為 super DEA-R 沒有權重上的限制可以更有彈性的選取權重，所以不具明顯優勢的 DMU 也可以藉由單項投入產出的優勢成為高效的 DMU。總結這一段的分析，藉由群集分析，可以發現權重中不僅傳達了 DMU 的各自的優勢所在，還可以從整體的角度分析出具有明顯優勢 DMU 對其他 DMU 的影響、及不具有明顯優勢 DMU 的發展策略。

在實務上，台灣已經有很多醫院通過醫學中心的認定而升等成醫學中心，而醫學中心可以獲得較高的預算總額以及每個醫療項目較多的給付金額以支持醫學中心作研究與發展。但是，以政府而言，現在已經有太多的醫學中心以致於無法集中資源給發展出個別特色醫療院所。因此，台灣醫療主管機關藉由超級效率之效率評估模式除了可以找出高效的醫療院所以外，還可以集中資源補助其發展其各自的特色，以兼顧全民健康與財政健全。另一方面，對醫療院所而言，太多的醫學中心採用相同的策略，以致於大部分的醫學中心都無法脫穎而出。所以，僅觀察最佳權重以了解自身最有利的情勢是不夠的，利用群集分析可以了解自身與整體的關係有助於發展各自的特色。因此，未來不論主管機關或者醫學中心都可以藉由績效評估尋求長久的生存與發展。

最後，雖然所有的 DMU 都是醫學中心，可是規模相差甚大，最大者與最小者的床數有 9.5 倍的差距，而醫師數有 8.5 倍的差距。不同規模，應當會有不同發展策略與評估標準，因此有需要發展考量規模的超級效率模式。此外，超級效率模式在考量規模效率或投入值極小時會有無可行解的問題。過去研究已提出解決投入值極小時無可行解的概念 (Mehrabian *et al.*, 1999)，本研究依其概念發展了避免投入值極小情況下無可行解的 super DEA-R 模式，其模式表示如下。

$$\min \quad \theta_o = f_o + 1 \quad (15)$$

$$\text{st.} \quad \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq p}}^n \lambda_j \frac{(X_{ij}/Y_{rj})}{(X_{io}/Y_{ro})} \leq \frac{(X_{ij}/Y_{rj})}{(X_{io}/Y_{ro})} + f_o \quad \begin{matrix} i=1 \cdots m \\ j=1 \cdots n \end{matrix} \quad (16)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq p}}^n \lambda_j \geq 1 \quad (17)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (18)$$

而發展考量規模的超級效率模式並解決無可行解的問題、驗證這個修正後的 super DEA-R 模式的正確性並確認此模式可以避免無可行解的問題這些都是未來研究之方向。

參考文獻

- 石淦生、羅紀琮、陳國樑，「公私立綜合醫院服務層面效率差異之探討」，中華公共衛生雜誌，第十五卷，民國 85 年，469-482 頁。
- 王媛慧、李文福，「我國地區醫院技術效率之研究－DEA 方法的應用」，經濟研究，第四十卷，民國 93 年，61-95 頁。
- 洪維河、江東亮、張睿詒，「市場結構與組織特性對醫院營運效率之影響」，管理學報，第二十二卷，民國 94 年，191-203 頁。
- 孫遜，「台北市立綜合醫院營運績效評估之研究」，管理學報，第二十卷，民國 92 年，993-1022 頁。
- 張秀雲、陳天惠，「利用統計訪法建立資料包絡分析模式之變數權數上下界限」，工業工程學刊，第二十四卷第二期，民國 96 年，120-127 頁。
- 張東生、曾國強，「利用融入價值判斷之資料包絡分析模式衡量台灣地區公共安全品質」，管理與系統，第七卷第三期，民國 89 年，283-304 頁。
- 張睿詒、侯穎蕙，「省立醫院最佳經營典範探討－技術效率、分配效率與整體效率之評估」，管理評論，第二十卷，民國 90 年，1-27 頁。
- 黃月桂、張保隆、李延春，「台北市立綜合醫院經營績效之評估」，中華公共衛生雜誌，第十五卷，民國 85 年，382-390 頁。
- 游濬遠、邱健泰、耿慶瑞、黃馨瑩、邱志洲，「從效率性分析觀點探討醫療服務品質之提升－以台灣地區大型醫院為例」，品質學報，第十四卷，民國 96 年，197-206 頁。
- 劉春初，「公共部門效率衡量-DEA 與 AHP 之應用」，中華管理評論，第一卷第二期，民國 87 年。
- 劉春初，「資料包絡分析法權重設限之研究」，中華管理學報，第五卷第二期，民國 93 年，93-104 頁。
- Adler, N., Friedman, L., and Sinuany-Stern, Z., "Review of Ranking Methods in the Data Envelopment Analysis Context," *European Journal of Operational Research*, Vol. 140, 2002, pp. 249-265.

- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Huang, Z. M., and Sun, D. B., "Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with an Illustrative Application to Large Commercial Banks," *Journal of Econometrics*, Vol. 40, 1990, pp. 73-91.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Wei, Q. L., and Huang, Z. M., "Cone-Ratio Data Envelopment Analysis and Multi-objective Programming," *International Journal of Systems Sciences*, Vol. 20, 1989, pp. 1099-1118.
- Despic', O., Despic', M., and Paradi, J. C., "DEA-R: Ratio-Based Comparative Efficiency Model, Its Mathematical Relation to DEA and Its Use in Applications," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 28, No. 1, 2007, pp.33-44.
- Dyson, R. G. and Thanassoulis, E. "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 39, 1988, pp. 563-576.
- Farrell, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, 1957, pp.253-81.
- Hu, J. L. and Huang, Y. F., "Technical Efficiency in Large Hospitals: a Managerial Perspective," *International Journal of Management*, Vol. 21, 2004, pp. 506-513.
- Mehrabian, S., Alirezaee, M. R., and Jahanshahloo, G. R., "A Complete Efficiency Ranking of Decision Making Units in Data Envelopment Analysis," *Computational Optimization and Applications*, Vol. 14, 1999, pp. 261-266.
- Nayar, P. and Ozcan, Y. A., "Data Envelopment Analysis Comparison of Hospital Efficiency and Quality," *Journal of Medical Systems*, Vol. 32, 2008, pp. 193-199.
- Pareto, V., *Manuel d'Economic Polotique*, 2nd ed., Paris: Girard, 1927.
- Podinovski, V. V., "Computation of Efficient Targets in DEA Models with Production Trade-offs and Weight Restrictions," *European Journal of Operational Research*, Vol. 181, No. 2, 2007, pp. 586-591.
- Roll, Y., Cook, W., and Golany, B., "Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis," *IIE Transactions*, Vol. 23, No.1, 1991, pp. 2-9.
- Roll, Y. and Golany, B., "Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA," *Omega*, Vol. 21, No.1, 1993, pp. 99-109.
- Sun, S. and Lu, W. M., "Evaluating the Performance of the Taiwan Hotel Industry Using a Weight Slacks-Based Measure," *Asis-Pacific Journal of Operational Research*, Vol. 22, No. 4, 2005, pp. 487-512.

- Sueyoshi, T., "Data Envelopment Analysis Non-Parametric Ranking Test and Index Measurement: Slack-Adjusted DEA and An Application to Japanese Agriculture Cooperatives," *Omega*, Vol. 27, 1999, pp. 315-326.
- Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C. T., Lee, E., and Thrall, R. M., "The Role of Multiplier Bonds in Efficiency Analysis with Application to Kansas Farming," *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 1990, pp. 93-108.
- Thompson, R. G., Singleton, F. D., Jr., Thrall, R. M., and Smith, B. A. "Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas," *Interfaces*, Vol. 16, No. 6, 1986, pp. 35-49.
- Tracy, D. L., and Chen, B. A. "Generalized Model for Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 56, No. 4, 2005, pp. 390-396.
- Valdmanis, V. G., Rosko, M. D., and Mutter, R. L., "Hospital Quality, Efficiency, and Input Slack Differentials," *Health Services Research*, Vol. 43, 2008, pp. 1830-1848.
- Wong, Y. B. and Beasley, J. E., "Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 41, 1990, pp. 829-835.
- Wu, J., Liang, L., and Yang F., "Achievement and Benchmarking of Countries at the Summer Olympics Using Cross Efficiency Evaluation Method," *European Journal of Operational Research*, Vol. 197, 2009, pp. 722-730.