

第三章 實證模型

在建立 DEA 效率評估模型之前，首先必須決定所分析之產業適合使用投入導向或產出導向（output orientation）模型，參考 Lovell（1993）之建議，由於台灣國際觀光旅館業屬營利事業，市場需求波動較大，且投入使用量受法令約束較小，可以自由調整，因此本文採用 DEA 投入導向模型，以評估個別國際觀光旅館之相對管理效率。

第一節 DEA 投入導向模型

參考 Coelli et al.（1998）的設定，假設有 n 個國際觀光旅館，每個國際觀光旅館分別使用 k 種可能投入以生產 m 種可能產出，第 i 個國際觀光旅館的投入產出組合為 (x_i, y_i) ， n 個國際觀光旅館的所有投入產出資料以 $(X_{k \times n}, Y_{m \times n})$ 代表。因此，CCR 模型下估計第 i 個國際觀光旅館技術效率，即為求解下列分數線性規畫（fractional linear programming）問題：

$$\begin{aligned} \max_{u,v} \quad & \frac{u' y_i}{v' x_i} \\ \text{St} \quad & u' y_i / v' x_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n \\ & u, v \geq 0 \end{aligned} \tag{3-1}$$

其中， u 為 $m \times 1$ 產出權數向量， v 為 $k \times 1$ 投入權數向量。若 (u^*, v^*) 使得效率值達到 1，則表示第 i 個國際觀光旅館技術效率為相對最具有效率。

由於（3-1）式可能存在無限多組解，²因此代入限制式 $v' x_i = 1$ ，轉換為線性規畫形式：

$$\begin{aligned} \max_{\mu, v} \quad & (\mu' y_i) \\ \text{St} \quad & v' x_i = 1 \\ & \mu' y_i - v' x_i \leq 0, \quad i = 1, \dots, n \\ & \mu, v \geq 0 \end{aligned} \tag{3-2}$$

² 若 (u^*, v^*) 為解，則 $(\alpha u^*, \alpha v^*)$ 透過分子與分母相抵銷亦可解（3-1）式， α 為任意實數。

(3-2)式與(3-1)式差別在於最佳權數解不一定相同，但存在 $(\mu^*, \nu^*) = (\beta u^*, \beta v^*)$ 之關係。(3-2)式即為 DEA 的乘數式 (multiplier form)，需代入 $n+1$ 個限制式，計算較為複雜，利用線性規劃問題的對偶性 (duality)，可將 (3-2) 式轉換為：

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta_i^{CCR} \\ \text{St} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (3-3)$$

其中， θ_i^{CCR} 代表第 i 個國際觀光旅館之技術效率估計值，因為模型為投入導向，因此 θ_i^{CCR} 滿足小於等於 1 之條件； λ 代表賦予各個國際觀光旅館之權數。(3-3) 式即為 DEA 的包絡式 (envelopment form)，僅需代入 $k+m$ 個限制式，計算較為容易。經由此線性規劃問題求解 n 次後，可得每個國際觀光旅館之相對技術效率估計值。其中，若第 i 個國際觀光旅館可等比例 (radial reduction) 減少投入使用量，其 θ_i^{CCR} 值將小於 1；反之，若已無法等比例減少，則代表第 i 個國際觀光旅館已達相對最具效率，則 θ_i^{CCR} 等於 1。

然而並非所有國際觀光旅館之生產特性皆處在最適規模之階段；技術效率可能受到純技術無效率 (因資源浪費而造成之無效率) 或規模無效率 (非規模最適所造成之無效率) 之影響。因此本文將採用 BCC 模型，在求解線性規劃問題時，加入變動規模報酬之假設，亦即，將 (3-3) 式加入下列限制式：

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

利用相同過程求解，便可求得第 i 個國際觀光旅館的純技術效率值 (θ_i^{BCC})，而規模效率值 (SE_i) 之計算方式為：

$$SE_i = \frac{\theta_i^{CCR}}{\theta_i^{BCC}}$$

其中，若 SE_i 愈接近 1，代表第 i 個國際觀光旅館愈接近最適規模，亦即表示無

效率之主要原因為資源之浪費；反之，若 SE_i 愈接近零，則表示無效率之主要原因為其處於不適當之生產規模階段。

第二節 SFA 迴歸模型

根據 Fried et al. (2002)，求解出第一階段之相對效率估計值後，於第二階段分析時，運用第一階段所求得之總投入差額(total input slacks, 簡稱 TIS)為被解釋變數，將所有可能影響投入差額之外生變數 (Z) 作為解釋變數，利用 SFA 迴歸分析求算外生變數對投入差額之影響方向及程度，其中，總投入差額代表國際觀光旅館實際投入量與最有效率投入量之差距。因為有 k 種可能投入，因此第二階段須進行 k 次 SFA 迴歸分析，其函數型式為：

$$TIS_{ij} = f^j(Z_j; \beta^j) + v_{ij} + u_{ij}, \quad i = 1, \dots, k, \quad j = 1, \dots, n$$

其中， $f^j(Z_j; \beta^j)$ 代表第 i 種可能投入之確定可行差額前緣(deterministic feasible slack frontier)， β^j 代表外生變數之參數估計值；殘差項為 $(v_{ij} + u_{ij})$ ， v_{ij} 代表第 j 個國際觀光旅館之統計干擾項，且假設 $v_{ij} \sim N(0, \sigma_{vi}^2)$ ， u_{ij} 代表第 j 個國際觀光旅館之管理無效率，且假設 $u_{ij} \sim N^+(\mu^i, \sigma_{ui}^2)$ ， v_{ij} 與 u_{ij} 相互獨立。第二階段 SFA 迴歸分析除可將總投入差額細分為外生變數、統計干擾項及管理無效率之影響外，尚可藉由 LR 檢定(likelihood-ratio test)是否存在管理無效率之影響，若 u_{ij} 檢定結果顯著異於零，代表存在管理無效率，則適用三階段 DEA 估計方法；反之，若不存在管理無效率，則改採用四階段 DEA 方法即可；再者，若 $\gamma = \frac{\sigma_{ui}^2}{\sigma_{ui}^2 + \sigma_{vi}^2}$ 值愈接近 1，則代表無效率之變異主要來自管理無效率之影響；反之， γ 值愈接近零，則代表無效率之變異主要來自統計干擾項之影響。

利用 SFA 迴歸分析分離出外生變數、統計干擾項及管理無效率之影響後，接著調整原始投入資料，使所有國際觀光旅館在相同環境及運氣下進行效率估計。其調整方式為：

$$x_{ij}^A = x_{ij} + \left[\max_j \{Z_j \hat{\beta}^i\} - Z_j \hat{\beta}^i \right] + \left[\max_j \{\hat{\nu}_{ij}\} - \hat{\nu}_{ij} \right], \quad i = 1, \dots, k, \quad j = 1, \dots, n$$

其中， x_{ij}^A 與 x_{ij} 分別代表第 j 個國際觀光旅館第 i 種調整後投入使用量及原始投入使用量， $^3 \left[\max_j \{Z_j \hat{\beta}^i\} - Z_j \hat{\beta}^i \right]$ 代表以相對外在或內部環境最差的國際觀光旅館為基準進行調整，使得所有國際觀光旅館受到相同的外生變數影響，且相對外生變數影響愈小的國際觀光旅館，會調整愈多的投入使用量。 $\left[\max_j \{\hat{\nu}_{ij}\} - \hat{\nu}_{ij} \right]$ 代表以相對運氣最差的國際觀光旅館為基準進行調整，使得所有國際觀光旅館受到相同的統計干擾影響，且相對運氣愈好的國際觀光旅館，會調整愈多的投入使用量。⁴最後，第三階段將調整後的各種投入與原始產出再度利用 DEA 重新進行效率估計，由第三階段所求得之效率估計值已排除外生變數及統計干擾項之影響，或為純粹管理之效率值。

³ Fried et al. (2002) 以線性式 $z_j \hat{\beta}^i$ 替代 $f^j(z_j; \hat{\beta}^i)$ 原因在於，若取對數，總投入差額為零之樣本，在進行 SFA 迴歸分析時，將必須被捨棄。

⁴根據 Fried et al. (2002)，另一種調整方式分別以相對環境最佳、運氣最好的國際觀光旅館作為調整基準。但此方式可能使得調整後的資料出現負值，因而不建議採用。