

# Data Envelopment Analysis에 의한 組織의 效率性評價에 관한 研究\*\*

— 政府投資機關 適用을 중심으로 —

The Efficiency Evaluation by Data Envelopment Analysis  
for the Government Invested Enterprises

梁 正 植\*  
(Yang, Jeong Sik)

## 目 次

### I. 序 言

### II. DEA 模型의 理論的 考察

1. DEA模型의 概要
2. DEA模型의 概念的 定義
3. DEA模型의 分析
4. DEA模型의 適用例

### III. 政府投資機關에의 適用

1. 適用事例 序說
2. 結果分析

### IV. 結 言

參考文獻

\* 關東大學校 經營學科 轉任講師

\*\* 韓國經營學會 江原支會 第4回 學術發表會 發表論文임

## I. 序 言

1980년대 중반부터 불어닥치고 있는 첨예한 勞使間의 對立과 우리 상품에 대한 더 높아진 國外的 輸入障壁 그리고 최근의 중동사태로 인한 高油價 波動은 우리 기업에게 경쟁속에서 성장을 위한 經濟過程의 革新을 요구하고 있다.

經濟過程의 革新이란 기업의 經濟效率性을 提高하기 위한 諸手段의 강구를 의미하는 것이라고 볼 수 있는데, 이는 效率性 評價를 통하여 비효율적인 부문을 찾아내고 이를 제거함으로써 달성될 수 있다. 그런데 이를 위하여 필수적으로 요구되는 先決事項은 效率性을 객관적으로 공정하게 측정할 수 있는 模型의 선정이다.

效率性은 比率分析法(ratio analysis)이나 回歸分析法(regression approach)과 같은 傳統的인 計量的 方法들에 의하여 측정되어질 수 있다. 그러나 比率分析法은 成果에 관한 부분적인 측정을 이용하여 평가를 하기 때문에 전체 投入과 產出 사이의 관계를 설명하지 못하며, 한개나 혹은 몇개의 중요한 요소에만 초점을 두고 이를 상호간에 비교함으로써, 부정확하고 객관성이 결여된 평가를 할 수 있다는 단점을 내포하고 있으며, 回歸分析法은 生産函數의 추정에 數理的形態(즉 multiomial, linear, log-linear)에 관한 가정을 요구하고, 많은 경우에 있어 生産프론티어의 추정에 부적합한 평균적 개념의 추정치를 제공하는 단점이 있다. 比率分析法과 回歸分析法은 이러한 단점들 외에도 非效率的인 部門에 관하여 어떠한 설명도 제공할 수 없는 한계가 있어 效率性 評價를 통한 經營效率性의 提高 目的에는 적합하지 않다.

이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 A. Charnes, W. W. Cooper 그리고 E. Rhodes (CCR)가 제시한 效率性 評價模型인 Data Envelopment Analysis (DEA)를 분석하고, 정부투자기관에의 적용을 통하여 효율성 개선을 위한 관리정보의 도출과정을 살펴본다. 아울러 向後 適用을 위한 提案을 하고자 한다.

## II. DEA模型의 理論的 考察

### 1. DEA模型의 概要

DEA는 다수의 산출물을 생산하기 위하여 다수의 투입물을 사용하는 公共部門의 의사결정단위들(Decision Making Units:DMU's)의 상대적 효율성을 평가하기 위하여 CCR (1979, 1981)이 개발한 線型計劃模型이다.

DEA는 효율성 측정에 다수의 투입과 다수의 산출을 모두 고려할 수 있게하고, 기업들이 투입하는 투입량에 대하여 最大產出物을 생산하는 기업에 대한 각기업의 효율성을 계산하는 선형계획법에 바탕을 둔 기법이다. 특히 DEA는 투입물이나 산출물이 동일한 單位나 尺度를 사용할 것을 요구하지 않으며 화폐적으로 나타낼 수 없는 대상이나 구매대상이 되지않는 자원들과 같은 어려움이 있는 문제를 다룰때 利点이 있다.

DEA는 지금까지 채택되어온 다른 效率性測定 模型들과는 달리 기술적으로 효율적인 기업들에 대한 인접한 프론티어에 대하여 개별기업의 효율성을 측정하기 위하여 사용되는 확정적이고 非母數的인 模型이다. 따라서 DEA 결과를 분석함에 있어서 다음 사항에 유의하여야 한다.

첫째, DEA 결과는 산업의 생산기술을 연구한다기 보다는 개별기업이나 기업들의 그룹에 대한 경영정보를 제공하기 위하여 만들어 진다.

둘째, DEA 결과는 일반화되는 생산함수를 갖는 기업들이 아닌 비교집합을 구성하는 기업들의 선정과 채택되는 측정치에 따라 다양하게 나타난다.

### 2. DEA의 概念的 定義

效率性에 관한 연구들은 2개 그룹으로 나누어지는데 母數的(parametric) 혹은 確率的 境界函數(stochastic frontier function)를 사용하는 연구가 그 하나이고, 비모수적 방법을 사용하여 효율성을 측정하는 연구가 또 하나이다.

非母數的 방법을 사용하여 효율성을 측정하는 것은 Farrell(1957)의 연구에서 시작되었는데, CCR은 Farrell의 효율성을 새롭게 해석하고, 이를 다수의 투입과 다수의 산출에 관한 ratio model(CCR ratio)로 연장하여 DEA라 하였다.

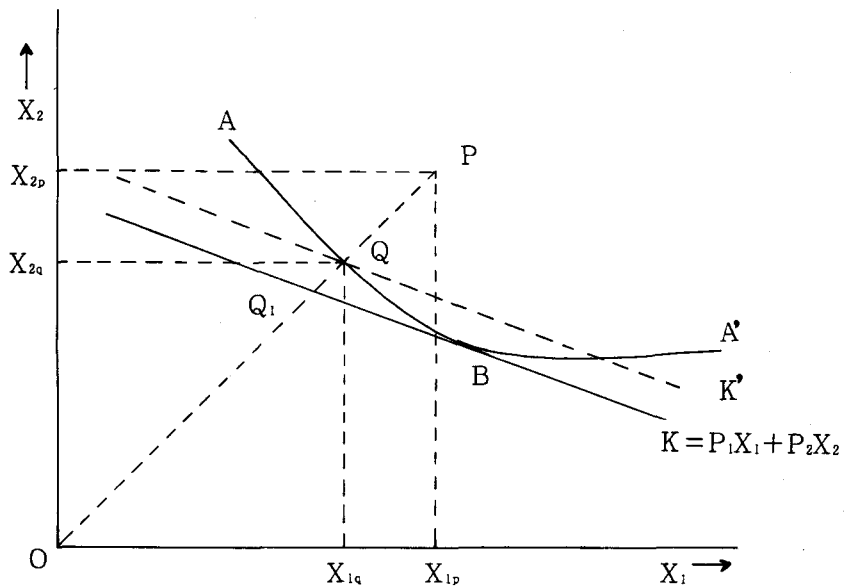
기업의 생산과정을 보면 측정불가능하고 예측불가능한 많은 내외적 요인들이 투입단계에 영향을 미치고 있어 동질적인 생산기술을 갖고 동일한 제품을 생산하는 기업들간에 또는 동일기업의 기간별 투입산출관계가 같지 않는 경우가 있다. 이러한 산출량의 변동은 기업의 經營過程에 非効率性이 존재함을 의미하는데 Farrell은 이를 처음으로 인식하고 개별 생산단위들의 투입과 산출에 관한 많은 관찰치로부터 효율적인 생산함수의 추정에 관한 방법을 개발했다.

Farrell은 초기에 効率性을 技術効率性(technical efficiency)과 價格効率性(price efficiency)으로 구분하고 실증적인 推定生産函數로부터 개별기업의 技術効率性을 측정하는 방법을 설명하였다. Farrell 技術効率性의 측정에 관하여 다음과 같은 2가지 방법을 제안했다.

첫째, 投入物의 配合形態와 產出量이 주어져 있을때 기술적으로 최소한의 실제 投入比率

둘째, 투입이 결정되면 실제 기술적으로 달성할 수 있는 最大產出比率  
이제 다수의 투입과 산출의 일반적 형태의 이해를 돕기 위하여 2개의 투입요소와 1개의 산출물을 생산하는 경우의 단순한 예를 제시하면 (그림 1)과 같다.

〈그림 1〉 Farrell의 効率性 等量曲線



(그림 1)에서 AA'는 투입물 X1과 X2의 다양한 결합을 보이는 等量曲線으로 규모에 대한 보수가 일정하다는 전제하에  $Y = f(X1, X2)$ 로 표현되는 산출 1단위를 생산하는 완전히 효율적인 기업들의 生産曲線으로 생산프론티어(production frontier)이다.

어떤 기업의 單位生産當 投入物이 점 P로 표시된다면 이 기업의 技術效率性은 OQ/OP로 설명된다. 이때 점 P가 효율적이기 위해서는 현재 생산량을 OP/OQ배 만큼 증가시켜야 한다.

상기한 예와 같이 DEA는 相對的 效率性에 의존하는데 Charnes와 Cooper (1985)는 "100% 相對的 效率性은 어떤 DMU가 다른 DMU와 비교하여 어떠한 투입이나 산출의 사용에 있어 非效率性의 根據가 없을때 달성된다"라고 정의하고, 다음의 2가지 경우일때 DMU는 100%效率性을 달성한다고 하였다.

- (1) DMU의 產出物들 중에서 어느 하나는 投入要素들 중의 한개 혹은 그이상의 投入要素들이 증가하지 않거나 다른 產出物들 중의 일부가 감소되지 않는다면 증가될 수 없고,
- (2) DMU의 投入要素들 중의 어느 것도 그것의 產出物들 중에서 일부가 감소하지 않거나 그것의 產出物들 중의 일부가 감소하지 않거나 다른 投入物들 중의 일부가 증가하지 않는다면 감소될 수 없다.

### 3. DEA模型의 分析

#### 1) DEA의 數理模型

DEA는 유사한 다수 投入要素(資源)들을 사용하여 유사한 다수 產出物(成果)를 얻기 위하여 동일한 기술을 사용하는 DMU라 불리는 유사한 조직들간에 상대적 효율성을 측정하는 방법으로 다음과 같이 각 DMU의 가중된 투입의 합에 대한 가중된 산출의 합의 비율을 평가함으로써 DMU의 效率性을 측정한다.

다음 모형은  $(s+m)$ 개의 변수와  $n$ 개의 制約式을 갖는 nonlinear(nonconvex) programming 문제로 DMU<sub>o</sub>로 표현되는 조직의 效率性( $h_o$ )을 측정하려는 것이다. 여기서  $\epsilon$ 은 non-Archimedean 상수로  $U_r$ 과  $V_i$ 가 양의 값이 되도록  $U_r$ 과  $V_i$ 를 제약하는데 그 값이 아주 작기 때문에 모형의 解에 나타나는 어떠한 양의 실수값에 영향을 끼치지 못한다.

$$\max. h_o = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}}$$

subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$j=1, 2, \dots, n$$

$$\frac{U_r}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} \geq \epsilon \geq 0 \quad \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} \geq \epsilon \geq 0$$

자료 :  $X_{ij}$  = j번째 DMU가 사용한 i번째 投入物의 量

$Y_{rj}$  = j번째 DMU가 생산한 r번째 產出物의 量

$U_r$ 과  $V_i$ 는 평가되어질 DMU(DMU<sub>o</sub>)의 성과가 가능한 최고로 평가받을 수 있도록 하는 가치시스템으로 DMU<sub>o</sub>가 최고로 평가될 때 이들의最適解는 결정된다. 그리고 위 모형의最適解는 평가될 DMU<sub>o</sub>가 제약식에 포함되어 있기 때문에 maximum  $h_o = h^*$ 는 0과 1 사이에 존재하며, DMU<sub>o</sub>가 다른 DMU와 비교하여 효율적이라면  $h^* = 1$ 이 된다.

위 모형은 비선형이고 비볼록(nonconvex)이므로 CCR(1978)이 제한한 變換過程에 따라 計算的으로 다루기 쉬운 線型計劃問題로 변환될 수 있다. 즉 Charné와 Cooper(1961, 1962, 1973)가 제시한 分數計劃法(fractional programming)의 理論에 의하여 다음처럼 2 種類의 線型計劃問題로 전환된다. 첫번째 式은 投入物의 加重된 和(weighted sum)이 1이 되게끔 制約하고 그리고 그때 產出物의 加重된 和을 最大化하는 것으로 (1)과 같다.

(1)

$$\max. \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}$$

$$\text{subject to } \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1$$

$$-U_r \leq -\epsilon$$

$$-V_i \leq -\epsilon$$

여기에서  $r=1, 2, \dots, s$

$i=1, 2, \dots, m$

$j=1, 2, \dots, n$

둘째식은 加重된 產出物(weighted output)의 合을 1로 制約하고 사용  
 되는 投入物의 加重된 合을 最小化하는 것으로 (2)와 같다.

(2)

$$\min. \sum_{i=1}^m V_i X_{i0}$$

$$\text{subject to } -\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} = 1$$

$$U_r \geq \epsilon$$

$$V_i \geq \epsilon$$

여기에서  $r=1, 2, \dots, s$

$i=1, 2, \dots, m$

$j=1, 2, \dots, n$

(1)식은 전형적인 LP 문제이기 때문에 (3)과 같이 雙對問題로 전환될  
 수 있다. (3)의  $\lambda_j$ 는 (1)에서 DMU<sub>j</sub>를 나타내는 制約式에 관련된 雙對  
 變數인데 어떤 값을 갖는다고 하면 그때 目的式  $\theta$ 를 最小化하는 것이다.

그런데  $\lambda_j$ 의 값이 양수이면  $\lambda_j$ 와 관련된 DMU $_j$ 의 制約式은 반드시 右邊常數가 0인 制約等式이 되어야 한다.

이것은 DMU $_j$ 가 評價될 DMU $_o$ 의 參照集合(reference set)에 속한다는 것을 의미하며,  $\lambda_j$ 의 값은 評價되는 非効率的인 DMU의 効率性 값의 決定에 影響力을 의미하는 DMU $_j$ 의 加重值를 나타낸다. 즉  $\lambda_j$ 의 값이 클수록 DMU $_j$ 의 영향력 이 크다는 것을 의미한다. 그리고  $\theta$ 는 모든 관찰된 投入값  $X_{io}$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ 에 적용되는 “scale” 혹은 “intensity” 變數로서 해석되는데 모든 投入要素의 값들을 制約式들이 허용하는 最小값으로 減少시킨다.

$$\begin{aligned} \text{Min. } \theta & - \epsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i + \sum_{i=1}^s S_r^+ \right] \\ \text{subject to} \\ (3) \quad \theta X_{io} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - S_i & = 0 \\ \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ & = Y_{ro} \\ \lambda_j, S_i^-, S_r & \geq 0 \\ j & = 1, 2, \dots, s \\ i & = 1, 2, \dots, m \\ j & = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

## 2) DEA모형의 특성

### 가. 相對的 効率性(Relative Efficiency)

어떤 DMU의 100% 相對的 効率性은 어떤 투입이나 산출의 사용에 있어 다른 DMU와 비교하여 비효율적인 증거가 없을 때 달성된다.

### 나. 加重值(Weights)

DEA는 効率性 계산을 위한 어떠한 사전의 加重值 결정을 요구하지 않는다.

### 다. 効率性評價(Efficiency Rating)

効率性 比率은 投入物과 產出物의 측정단위에 의존하지 않는다.



라. 參照集合(Reference Set)

DEA는 상대적으로 비효율적인 단위들에게 유사한 투입과 산출배합을 가진 상대적으로 효율적인 단위들의 집합을 제공한다.

마. 生産過程(Production Process)

DEA模型은 각 투입요소가 한개나 혹은 그 이상의 산출요소와 어떤 관계를 갖는 것으로 가정하나 이들의 函數關係를 명확하게 나타낼 필요가 없다.

#### 4. DEA模型의 適用例

DEA는 여러 分野에서 적용되어 그 結果가 발표되었는데, 지금까지 보고된 대부분의 適用은, (1) 效率的 및 非效率的 經營單位들이 DEA를 이용하여 定義될 수 있다는 것을 보이기 위한 目的과, (2) 投入과 產出物이 經營監査나 檢討 등의 經營效率性提高에 의미를 가지는 것으로 定義될 수 있음을 보이기 위한 目的으로 이루어졌다. 이러한 適用事例들을 검토하는 것은 DEA의 效果를 理論上이 아닌 現實問題에 있어 확인할 수 있다는 것과 實際 適用에 있어 DEA의 限界点 糾明과 向後 새로운 適用을 위한 可能性을 모색할 수 있다는 점에서 意義가 있을 것이다. 이러한 趣旨에서 우리는 지금까지 보고된 事例들 중에서 이용가능한 것을 중심으로 검토하고자 한다.

##### 病院에 適用

Sherman(1981)은 Massachusetts에 있는 22개 病院을 대상으로 Teaching medical-surgical 單位들의 技術效率性的의 測定에 관하여 DEA와 다른 測定方法들을 비교하였으며, Banker, Conrad 그리고 Strauss(1986)는 114개 North Carolina 지역 病院들의 生産相應物(production correspondence)을 推定하기 위하여 DEA를 적용하였다. 그의 Morey, Capettini 그리고 Dittman(1985))의 研究는 低所得層醫療補助藥品償還시스템 효율성 평가에 DEA를 적용하였는데 DEA와 Pareto 最適性 概念을 基本으로 하는 다른 관련 方法들을 비교하였다.

學校에 適用

公立學校의 效率性 分析에 DEA를 적용한 것은 Bessent and Bessent(1980)와 Bessent, Bessent, Kennington and Reagan(1982)의 研究가 있다. 前者는 55개 國民學校를 대상으로 效率性을 評價하였는데, 標準成果達成 試驗成績으로 이루어지는 2개의 產出要素와 出席率, 社會經濟的 地位 및 流動性, 學校에 할당된 資源, 그리고 學校內 組織雰圍氣에 관한 13개 投入要素가 評價를 위하여 선정된 評價變數들이었다. 後者의 研究는 前者와는 다른 都市의 國民學校와 中學校를 대상으로 效率性을 評價하였는데 실제로 보고된 것은 國民學校에 관한 結果 뿐이다. 이 研究의 目的은 DEA의 사용이 教育委員會에 유용한 情報를 제공한다기 보다는 단순히 다른 方法의 比較를 통한 研究의 目的을 수행함이었던 것으로 그후 알려졌다.

軍 適用

軍事機關에 DEA를 적용한 研究는 Lewin and Morey(1981), Clark(1983), Bessent, Bessent, Clark, and Elam(1984), Bowlin(1984) 등이 있다. Lewin and Morey는 海軍·新兵募集部隊의 效率性을 評價하기 위하여 DEA를 사용하였으며, Clark 및 Bessent et al의 研究는 空軍飛行團의 效率性을 評價하기 위하여 DEA를 적용하였는데, 이들의 研究는 DEA 研究의 연장으로서 “Constrained Facet Analysis(CFA)” 技法을 소개하였다. Bowlin은 美空軍의 建築物, 構造物 等の 不動產維持補修活動의 成果를 評價하기 위하여 DEA를 적용하였는데, Bowlin은 各單位들의 評價결과를 활용할 것이 아니라 조직이 어떻게 效率的으로 되어가는가에 대한 深層 調査의 指針書로서 그의 研究結果를 사용할 것을 권고하고 있다.

法院에 適用

Lewin, Morey, and Cook(1982)은 North Carolina의 30個 地域에서 100個 上級法院의 行政的 效率性을 評價하기 위하여 DEA를 사용하였는데, 5個의 投入要素와 2個의 產出要素를 이용하여 “ratio analysis” 技法과 比較分析次元에서 效率性 評價를 하였다. Thomas(1985)는 電力會社의 效率性 評價에 DEA를 적용하였는데, Texas의 公益委員會의 規制를 받고 있는 75個 電力會社의 相對的 效率性을 3個 產出要素와 11個 投入要素를 이용하여 評價하였다.

상기한 DEA 適用 事例들은 모두 經營監査나 檢討 등을 통한 經營效率性의 提高가 목적이었는데 이에 비하여 Bessent, Charnes, Cooper, and Thorogood (1982)의 研究는 計劃과 意思決定에 DEA 結果를 이용하려는 시도들이다. 그들은 大學의 職業技術分科의 계획된 “program”의 修正案들을 評價하였는데, 既存의 프로그램에서 새로운 技術의 增加, 새로운 競爭 프로그램의 導入 그리고 非效率的인 프로그램을 廢止하고 그것의 資源들을 再分配하는 등과 같은 可能한 變化들에 직면하여 既存 프로그램의 效果를 評價하려고 하였다.

### Ⅲ. 政府投資機關에의 適用

#### 1. 適用事例 序說

우리나라의 政府投資機關은 1951년 韓國造幣公社의 設立을 시작으로 하여 1988년 현재 25개 投資機關이 있으며, 每年 政府投資機關의 外形的 규모가 커져가고 있는 것은 周知의 사실이다. 이에 따라 政府投資機關의 經營效率性에 대한 國民의 관심도 또한 높아져가고 있는데, 國民經濟의 發展이라는 次元에서 뿐만 아니라 政府投資機關 자신의 성장을 위해서라도 政府投資機關의 經營效率性 提高는 요청된다고 할 것이다. 既存 經營評價制度는 이러한 目的을 위하여 시행되어 왔으나 政府投資機關의 經營過程에 있어 어떤 部門이 非效率的으로 운영되고 있는 지를 구체적으로 지적하지 못한다는 限界가 있다.

本 研究에서는 현행 25개 정부투자기관 중에서 비교적 收益機關이라 할 수 있는 17개 기관(산업은행, 국민은행, 중소기업은행, 주택은행, 조폐공사, 전력공사, 석탄공사, 전기통신공사, 광업진흥공사, 석유개발공사, 국정교과서주식회사, 주택공사, 토지개발공사, 도로공사, 수자원공사, 무역진흥공사, 관광공사)를 평가대상으로 선정하였다.

그리고 DEA模型 적용을 위하여 5개 成果要素와 3개 投入要素를 선정하였으며, 각 변수들의 구체적인 값은 政府投資機關 決算書(財務部)로 부터 측정하였는데, 시간의 흐름에 따른 각 투자기관의 效率性 變動을 분석하기 위하여 1985년 부터 1987년 까지의 3개년간의 자료를 이용하였다.

## 2. 結果 分析

1987년 실적을 중심으로 정부투자기관의 效率性을 평가한 결과(표1)를 보면 8개 기관이 효율적이었고 9개 기관이 비효율적이었는데 산업은행이 가장 비효율적인 것으로 나타났다.

1986년의 경우를 보면 9개 기관이 효율적이었고 8개 기관이 비효율적인 것으로 평가되었으며, 1985년은 효율적, 비효율적 기관이 각각 7개, 10개 기관으로 평가되었다.

3년간의 효율성 평가에서 계속적으로 평가된 기관은 광업진흥공사, 석유개발공사, 국정교과서주식회사, 토지개발공사, 도로공사, 수자원공사이었고, 대한석탄공사와 주택공사는 효율성 값이 꾸준히 개선된 기관으로 나타났다. 그의 기관은 효율성 값이 개선과 악화 현상을 모두 보이고 있는데 특히 1987년의 효율성이 1986년의 그것에 비하여 저하된 것으로 나타났다. 이러한 DEA 계산 결과를 통하여 비효율적으로 평가된 기관의 效率性 改善을 위한 管理情報 도출 과정을 분석하면 다음〈表 1〉과 같다.

〈表 2〉는 산업은행의 1987년 효율성 평가결과를 요약한 것으로 효율성 값은 0.69731 그리고 참조기관은 토지개발공사, 도로공사, 수자원공사이었는데 특히 토지개발공사가 산업은행의 효율성 평가에 가장 많은 영향력을 끼치고 있는 것으로 나타났다.

산업은행은 성과 요소중 4개부분이 효율적인 수준에 비하여 아주 저조한 것으로 나타났는데, 效率性이 개선되려면 현재의 產出 水準보다 더 많은 성과를 낼 수 있도록 관리되어야 하거나 현재의 投入水準의 減縮을 위한 노력이 재고되어야 할 것이다.

〈表 1〉 效率性評價表 : DEA

政府投資機關	1985年	1986年	1987年
韓國產業銀行	0.58514	0.72926	0.69731
國民銀行	0.72613	0.84963	0.82140
中小企業銀行	0.70256	0.78747	0.73905
韓國住宅銀行	0.68660	0.81058	0.77808
韓國造幣公社	0.77432	1.00000	0.81499
韓國電力公社	0.87416	1.00000	0.90147
大韓石炭公社	0.54767	0.80953	1.00000
韓國電氣通信公社	0.74173	0.82024	0.74190
大韓鑛業振興公社	1.00000	1.00000	1.00000
韓國石油開發公社	1.00000	1.00000	1.00000
國定教科書株式會社	1.00000	1.00000	1.00000
大韓住宅公社	0.60832	0.76202	0.76348
韓國土地開發公社	1.00000	1.00000	1.00000
韓國道路公社	1.00000	1.00000	1.00000
韓國水資源公社	1.00000	1.00000	1.00000
大韓貿易振興公社	1.00000	1.00000	1.00000
韓國觀光公社	0.76475	0.93913	0.92906

〈表 2〉 1987年 產業銀行 DEA 效率性 評價結果 要約表

DMU : 韓國產業銀行			
效率性 = 0.69731			
$\theta$ VALUE = 0.697327			
參照機關 = DMU 13 , DMU 14 , DMU 16			
$\lambda$ VALUE = 2.400014, 0.082139, 0.338542			
변 수	VALUE MEASURED	VALUE IF EFFICIENT	SLACK
VAR1	9413	9413	0
VAR2	1.02529	2.97134	1.94605
VAR3	0.08837	18.70516	18.61679
VAR4	1.02130	3.21674	2.05898
VAR5	0.07412	2.18328	2.10914
VAR6	234	163.17	0
VAR7	8951	6241.77	0
VAR8	790	559.5	0

## IV. 結 言

適用事例를 통하여 DEA의 다음과 같은 점이 특히 부각되었는데 첫째, 효율적인 기관과 비효율적인 기관의 구분을 가능하게 해주고 둘째, 비효율적인 부문을 명확하게 제시하여 주며 셋째, 투입과 산출간의 관계를 函數式과 같은 어떠한 사전적 基準에 의하여 명시할 필요가 없으며 끝으로 評價에 있어 公正性을 유지할 수 있다는 것이다.

이러한 效率性 評價結果를 보아 DEA는 조직의 效率性 평가에 합당한 모형으로 인식된다고 볼 수 있으나 산출과 투입에 관련된 평가변수들의 값이 物的單位로 측정될 수 없다면 그 때 산출된 효율성 값은 다소 왜곡될 소지가 있다.

그리고 DEA는 모든 비효율적인 DMU를 밝혀내지 못하며, 어떤 DMU가 비효율적인 것으로 판명될 때 동일한 量의 產出物을 생산하려면 과거보다 投入量을 줄여야한다는 것은 나타내나 어떤 DMU가 가장 저렴하게 投入物들을 구입했는가 혹은 어떤 投入配合이 가장 낮은 單位로 용역이나 서비스를 생산할 수 있는가에 관한 문제를 설명하지는 못한다.

이러한 強點과 弱點은 DEA를 效率性 評價의 유일한 최적방법이라기 보다는 하나의 代案으로서 고려될 수 있는 방법으로 제시될 수 있게 한다. 그런데 효율성 평가의 주요 목적이 비효율적인 부문의 제거를 통한 효율성 개선이라면 또한 효율성측정을 위한 生産函數의 推定이 비현실적이어서 그 결과가 유용한 情報로서의 가치를 지니지 못한다면 DEA는 최상의 방법으로 고려될 수 있을 것이다.

## 附 錄

政府投資機關의 效率性評價에 있어 成果 및 投入變數

### 成果變數

1. 產出物의 量
2. 產出物의 質
3. 收益性
4. 成長性
5. 安全性

### 投入變數

1. 勞動投入量
2. 資本投入量
3. 附加費用投入量

## 參 考 文 獻

- 梁正植, 「Data Envelopment Analysis에 의한 政府投資機關의 效率性評價에 관한 研究」, 高麗大學校 大學院, 博士學位論文, 1989.  
財務部, 「政府投資機關 決算書」, 1985, 1986, 1987.
- Banker, Rajiv D., "A Game Theoric Approach to Measuring Efficiency", *European Journal of Operational Research*, May 1980, pp. 262—268.
- \_\_\_\_\_, "Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research* 17, 1984, pp. 35—44.
- \_\_\_\_\_, Charnes, A., Clarke, R., and Cooper, W. W., "Constrained Game Formulations and Interrelations for Data Envelopment Analysis", *Research Report CCS 571*, Air Force Institute of Technology, Carnegie—Mellon University, March 1987.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Cooper, W. W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science* 30, 1984, pp. 1078—1092.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Mairdiratta, A., "A Comparison of DEA and Translog Estimates of Production Functions Using Simulated Data from a Known Technology", *Studies in Productivity Analysis*, Dogramarcii, A. ed, Boston, 1986.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Schinnar, A. P., "A Bi—extremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency Evaluation", *Management Science* 27, 1981, pp. 1370—1382.
- \_\_\_\_\_, Conrad, Robert F., and Strauss Robert P., "A Comparative Application of Data Envelopment Analysis and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production", *Management Science* 32, 1986, pp. 30—44.



- \_\_\_\_\_ and Maindiratta, A., "Piecewise Loglinear Estimation of Efficient Production Surfaces", *Management Science* 34, 1986, pp. 126—135.
- \_\_\_\_\_ and Moley, R. G., "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", *Operation Research* 34, 1986, pp. 513—521.
- Bessent, A., and Bessent, W., "Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly* 16, February 1980, pp. 57—75.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Charnes, A., Cooper, W. W., and Thorogood, N., "Evaluation of Educational Program Proposals by means of DEA", Research Report EPC 003, Educational Productivity Council, The Univ. of Texas at Austin, Feb. 1982.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Clark, C. T., and Elam, J., "Constrained Facet Analysis, A New Method for Evaluating Local Frontiers of Efficiency and Performance", *Air Force Journal of Logistics*, Summer 1984, pp. 2—8.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Kennington, J., and Reagan, B., "An Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School District", *Management Science* 28, 1982, pp. 1355—1367.
- Bowlin, W. F., "A Data Envelopment Analysis Approach to Performance Evaluation in Not-for-profit Entities with an Illustrative Application to the U. S. Air Force", Ph. D Dissertation, The University of Texas at Austin, December 1984.
- \_\_\_\_\_, Charnes, A., Cooper, W. W., and Sherman, H. D., "A Comparative Study of Data Envelopment Analysis and Other Approaches to Efficiency Estimation", Research Report CCS 451, Center for Cybernetic Studies, The University of Texas at Austin, September 1983.

- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and \_\_\_\_\_, "Data Envelopment Analysis and Regression Approaches to Efficiency Estimation and Evaluation", *Annals of Operations Research*, February 1985, pp. 113-138.
- Byrnes, P., Fare, R., and Grosskopf, S., "Measuring Productive Efficiency: An Application to Illinois Strip Mines", *Management Science* 30, June 1984, pp. 671-681.
- Chang, Yih-Long and Sueyoshi Toshiyuki, "An Interactive Application of Data Envelopment Analysis in Micro-Computers", WPS 86-130, The Ohio State University, College of Business, 1986.
- Charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., and Golany, B., "A Development Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U. S. Air Force", *Annals of Operation research*, February 1985, pp. 95-112.
- \_\_\_\_\_ and Cooper, W. W., *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1967.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Programming with Linear Fractional Functionals", *Naval Res. Logistics Quarterly* 9, 1962, pp. 181-186.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "An Explicit General Solution in Linear Fractional Programming", *Naval Research Logistics Quarterly* 20, Sept. 1973, pp. 449-467.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Managerial Economics—Past, Present and Future", *J. Enterprise Management* 1, 1978, pp. 5-23.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Management Science Relations for Evaluation and Management Accountability", *J. Enterprise Management* 2, 1980, pp. 143-162.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Auditing and Accounting for program efficiency and Management Efficiency in Not-for-Profit Entities", *Accounting, Organizations and Society* 5, 1980, pp. 87-107.

- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, February 1985, pp. 59-94.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, Golany, B., and Seiford, L., "Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions", *Journal of Econometrics* 30, 1985, pp. 91-107.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Lewin, A. Y., Moley, R. G. and Rousseau, J., "Sensitivity and Stability Analysis in DEA", *Annals of Operations Research*, February 1985, pp. 139-156.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, 'Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision-Making Units', *European Journal of Operational Research*, March 1979, p. 339.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Rousseau, J., and Semple, J., "Data Envelopment Analysis and Axiomatic Notions of Efficiency and Reference Sets", *Research Report CCS 558*, Center for Cybernetic Studies, College of B. A., The University of Texas at Austin, January 1987.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Schinnar, A. P., 'Transforms and Approximations in Cost and Production Function Relations', *Omega*, 1982, pp. 207-211.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Seiford, L., and Stutz, J., "A Multiplicative Model for Efficiency Analysis", *Socio-Economic Planning Sciences* 6, 1982, pp. 223-224.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "Invariant Multiplicative Efficiency and Piecewise Cobb-Douglas Envelopments", *Operations Research Letters* 2, August 1983, pp. 101-103.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Sueyoshi, T., "Least Squares/Ridge Regression and Goal Programming/Constrained Regression Alternatives", *European Journal of Operational Research* 27, 1986, pp. 146-157.

- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Thrall, R. M., "Classifying and Characterizing Efficiencies and Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Operations Research Letters*, May 1986, pp. 105-110.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Wei, Q. L., "A Semi-infinite Multi-Criteria Programming Approach to Data Envelopment Analysis with Infinitely Many Decision Making Units", Research Report CCS 551, Center for Cybernetic Studies, The University of Texas at Austin, September 1986.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Haung, Z. N., "Cone Ratio Data Envelopment Analysis and Multi-objective Programming", Research Report CCS 559, The People's University of China in Beijing, January 1987.
- Clark, C. T., "Data Envelopment Analysis and Extensions for Decision Support and management Planning", Ph. D. Dissertation, The University of Texas at Austin, May 1983.
- Debreu, G., "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica* 19, 1951, pp. 272-292.
- Fare Rolf and Hunsaker Worthern, 'Notions of Efficiency and Their Reference Sets', *Management Science* 32, 1986, pp. 237-243.
- \_\_\_\_\_, Grosskoff, S., and Lovell, C. A. K., "Some Observations on the New DEA", Working Paper 87-4, Dept. of Economics, Univ. of North Carolina, April 1987.
- \_\_\_\_\_ and Lovell, C. A. K., "Measuring the Technical Efficiency of Production", *Journal of Economic Theory* 19, 1978, pp. 150-162.
- Farrell, M. J., "The Measurement of Productivity Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Pt. III*, 1957, pp. 253-281.
- \_\_\_\_\_ and Fieldhouse, M., "Estimating Efficient Production Functions under Increasing Return to Scale", *Journal of the Royal Statistical*

- Society Series A, Part 2, 1962, pp. 252—267.
- Forsund, F. R., Lovell, C. A. K. and Schmidt Peter, "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement", *Journal of Econometrics* 13, 1980, pp. 5—25.
- Koopman, T. C., *Activity Analysis of Production and allocation*, Wiley, New York, 1952.
- Lewin, A. Y., and Minton, J. W., "Determining Organizational Effectiveness: Another Look, and Agenda for Research", *Management Science* 32, 1986, pp. 514—538.
- \_\_\_\_\_, Morey, R. C., "Measuring the Relative Efficiency and Output Potential of Public Sector Organizations: An Application of Data Envelopment Analysis", *International Journal of Policy Analysis and information Systems* 5, December 1981, pp. 267—285.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Cook, T. J., "Evaluating the Administrative Efficiency of Courts", *Omega* 10, 1982, pp. 401—411.
- Lowe, E. A., "Discussion of Auditing and Accounting for Program Efficiency and Management Efficiency in Not—for profit Entities", *Accounting, Organizations and Society* 5, 1980, pp. 107—113.
- Mazzolini, R., *Government Controlled Enterprise*, Wiley, New York, 1979.
- Moore Alan, Coskunoglu Osman and Perez Gonzalo, "Evaluating the Performance of RPMA in the Army Installations", *Progress Report 1*, Dept. of General Engineering, Univ. of Illinois, April 1986, pp. 1—7.
- Morey, R. C., Capettini, R., and Dittman, D. A., "Pareto Rate Setting Strategies: An Application to Medical Drug Reimbursement", *Policy Sciences* 18, 1985, pp. 169—200.
- Perez Gonzalo, "An Application of Data Envelopment Analysis for Output Oriented Resource Management System of The U. S. Army", M. S.

Thesis, Univ. of Illinois, Urbana Illinois, 1987.

Sherman, H.D., "Management of Hospital Efficiency Using Data Envelopment Analysis", Unpublished DBA thesis, Graduate school of Business, Harvard University, Cambridge, Mass., 1981.

\_\_\_\_\_, "Improving the Productivity of Service Business", Sloan Management Review, MIT, Spring 1984, pp.11-23.

\_\_\_\_\_, "Data Envelopment Analysis as a New Managerial Audit Methodology—Test and Evaluation", A Journal of Practice & Theory 4, No. 1, Fall 1984, pp.35-53.

Sueyoshi, T., "Goal Programming/Constrained Regression and Alternative Approaches to statistical Estimation", Ph.D. Thesis, The University of Texas at Austin, 1986.

Thomas, D.L., "Auditing the Efficiency of Regulated Companies through the Use of Data Envelopment Analysis: An Application of Electric Cooperatives", Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, December 1985.