

# 우선순위제약 DEA모형을 이용한 서비스조직의 성과평가\*

†서상범\*\* · 박명섭\*\*\*

## The Performance Evaluation on Service Organization using the Priority-Constrained DEA Model\*

Sangbeom Seo\*\* · Myungsub Park\*\*\*

### ■ Abstract ■

This paper attempts to improve the typical DEA model that is often used as a performance evaluation method for service firms. The after-sales service system in a Korean electronic company is chosen as a sample case. The performance evaluation method currently practiced in the firm was reviewed and some critical issues of the current method were discussed. DEA model would be considered a solution for solving those issues. However, typical DEA models has various drawbacks in determining the weights over evaluation criteria. Proposed is the priority-constrained DEA model that accommodates the strategic importance of each evaluation criterion. The results of the proposed model are compared with those of typical DEA models. It is shown that the priority-constrained DEA model is superior to the others in terms of evaluation quality.

Keyword : Service Performance Evaluation, Priority-constrained DEA

## 1. 서 론

세계화의 추세에 따라 글로벌 기업들은 비용 절감과 생산성 향상만이 생존의 유일한 길이라는 신

념하에 조직 합리화를 위해 노력을 경주하고 있으며, 이 과정에서 많은 기업들이 팀제, 연봉제, 책임경영 등의 경영기법을 도입하고 있다. 이에 따라 연봉 및 상여금이 소속조직 및 개인의 성과에 따라

논문접수일 : 2004년 12월 10일    논문게재확정일 : 2006년 10월 18일

\* 고려대학교 특별연구비에 의하여 수행되었음.

\*\* 한국교통연구원 물류연구실

\*\*\* 고려대학교 경영대학

† 교신저자

차등 지급되고, 성과평가의 문제가 기업조직 운영에 있어 핵심문제로 대두되고 있다. 특히 생산, 영업 등과 같이 성과가 명확한 조직보다, 인사, 고객서비스와 같이 성과인식이 불명확한 지원조직에서 성과평가 문제가 첨예하게 대두되고 있다.

기업의 성과평가 기준으로는 이익, 자산수익률(ROA), 자본수익률(ROE) 등 수익성과 관련된 요소들이 주로 활용된다. 하지만 수익성은 가격, 제품믹스, 경쟁환경, 경제동향 등과 같이 개별조직 수준에서 통제할 수 없는 요인에 의해 영향 받는다[15]. 그러므로 수익성에 치중된 일반적인 평가기법들은 평가의도와 괴리된 결과를 도출할 수 있으므로, 시장점유율, 고객서비스, 생산성 등 비화폐적 요인들이 함께 고려되어야 한다[14, 17]. Metters 등[16]은 서비스기업에서 활용하고 있는 기존 성과평가기법들의 약점을 다음과 같이 제기한 바 있다.

- 1) 대부분의 성과평가가 협상에 의해 설정된 기준에 목표를 두고 있어, 피평가조직이 생산성 향상을 위해 최선의 노력을 다하지 않고 적절한 수준에서 안주하려고 한다.
- 2) 대부분 투입자원을 배제하고 산출요소들만을 중심으로 평가한다.
- 3) 많은 기업에서 활용되고 있는 평가요소에 대한 가중치들이 대부분 주관적이거나 상위조직에 의해 일방적으로 설정되어, 피평가조직의 불만을 가중시키는 원인이 되고 있다.
- 4) 기업이 처한 환경은 역동적으로 변화하고 있으나, 한 번 설정된 성과평가기준은 변화하는 환경에 신속하게 대응하지 못한다.

최근의 성과평가체계는 구성원에 대한 보상 목적 외에 조직별로 각 성과항목에 대한 현상을 파악하고 선진사례를 발견함으로써, 조직의 전략적 운영방향 수립, 자원 분배 등에 대한 의사결정을 지원한다. 그러므로 성과평가기준 수립 시 조직의 전략적 방향성이 충분히 고려되어야 하며, 해당기업의 사업 및 경쟁 환경에 맞도록 변수를 선정하고, 중요도를 반영할 수 있도록 설계해야 한다. 즉, 의

사결정단위의 규모, 투입자원, 그리고 사업장이 위치한 지역의 경제적, 문화적 특성 차이를 고려하면서, 조직의 전략적 목표에 위배되지 않는 합리적이고 객관적인 성과평가 체계의 수립이 요구된다.

서비스조직의 성과평가를 위해 DEA(Data Envelopment Analysis)모델이 활발하게 이용되고 있다. DEA모델은 기존의 일반적 성과평가기법들의 단점을 효과적으로 해결하지만, 자체적으로 일부 심각한 문제점을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 DEA모델의 기본적인 장점을 유지하면서 기본 DEA모델이 나타내는 문제점을 효과적으로 보완할 수 있는 확장된 DEA모델을 제시하기 위한 연구이다. 이를 위해 DEA모델에 목표계획법(Goal Programing)의 개념을 도입하여 우선순위제약(priority-constrained) DEA모델을 개발하고, 실제 기업사례를 통해 개선된 모델의 효과를 살펴보기로 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제2장과 제3장에서 DEA모델의 기본적 특징과 장단점, 그리고 기본 DEA모델의 약점을 보완한 ‘우선순위제약 DEA모델’을 제안한다. 제4장에서 기업사례를 통한 기존 성과평가체계의 문제점, 기본 DEA모델의 적용가능성 및 문제점을 검토하고, 제5장에서 제시된 여러 가지 문제점들이 우선순위제약 DEA모델’을 통해 어떻게 해결될 수 있는지를 살펴본다. 마지막으로 제6장에서 연구결과의 시사점을 요약하였다.

## 2. DEA 기법의 도입

서비스조직에 대한 성과평가 과정의 문제점을 해결하기 위한 대안으로, 최근 DEA 기법에 관한 연구가 활발하다[9]. DEA 기법은 주로 공공부문이나 서비스 산업의 효율성 평가를 위해 이용되는 비모수기법(non-parametric)으로 모수적(parametric) 접근방법에서 요구하는 특정 함수의 형태를 가정하지 않아, 다기준의사결정 분야에서 활용이 증가하고 있다[8].

DEA기법의 기본모델로는 CCR(Charnes, Cooper

and Rhodes)모델과 BCC(Banker, Charnes and Cooper)모델이 존재한다. 두 모델은 규모수익>Returns-to-scale)에 대한 가정 외에 모든 면에서 동일한 구조를 갖는다. 여기서는 가변규모수익(Variable Returns-to-scale) 환경을 가정한 BCC모델에 대해서만 간단하게 소개한다.

• BCC

$$\text{Min } \theta \tag{2.1}$$

$$\text{s.t. } \theta x_o \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \text{ for } i=1, 2, \dots, m \tag{2.2}$$

$$y_o \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \text{ for } r=1, 2, \dots, s \tag{2.3}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \tag{2.4}$$

$$\lambda_j \geq 0, \text{ for } j=1, 2, \dots, n \tag{2.5}$$

• BCC(dual)

$$\text{Max } z_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_0 \tag{2.6}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^m v_i x_{ij} = 1 \tag{2.7}$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0 \leq 0, \text{ for } j=1, 2, \dots, n \tag{2.8}$$

$$u_r \geq 0; v_i \geq 0; u_0 \text{ is free} \tag{2.9}$$

, where  $x_{ij}$  : DMU  $j$ 의 투입요소  $i$ 에 대한 속성값  
 $y_{rj}$  : DMU  $j$ 의 산출요소  $r$ 에 대한 속성값  
 $\lambda_j, u_r, v_i$  : 의사결정변수  
 $\theta, z_o$  : 목적함수값(효율성지수)

BCC모델은 고정규모수익(Constant Returns-to-scale)을 가정한 CCR모델(식 (2.1)~식 (2.3), 식 (2.5))에 볼록성(convexity) 조건인 식 (2.4)를 추가함으로써 가변규모수익 환경으로 전환된다[10]. 식 (2.6)~식 (2.9)는 BCC모델의 쌍대(dual)모형으로 식 (2.6)의 변수  $u_0$ 는 식 (2.4)에 대응하는 쌍대변수(dual variable)이다. DEA모델에서 제시하는 효율성지수는 식 (2.1)의  $\theta$  또는 식 (4.6)의  $z_o$ 에 해당하는 목적함수값으로 두 모델 중 어떤 모델을 적용해도 같은 결과값을 갖는다.

일반적으로 알려진 DEA모델의 장점은 다음과 같다[17].

- 1) 자료축약(data reduction) : DEA모델은 다기준 평가척도들을 효율성지수라는 하나의 수치로 결합, 결과를 제시한다.
- 2) 객관성(objectivity) · 공정성(fairness) : DEA모델의 기본구조는 선형계획법에 기반을 두고 있다. 그러므로 각 평가척도에 적용될 가중치를 결정하는 알고리즘이 이미 널리 알려져 평가의 객관성과 공정성이 보장된다.
- 3) 개별화(personalization) : 평가척도에 적용될 가중치가 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 DMU)별로 다르게 책정된다. 즉 개별 DMU의 투입·산출 요소 특성을 반영하여 효율성이 최대화되도록 책정된다.
- 4) 벤치마킹 : DEA모델은 상대적 효율성지수라는 하나의 수치로 분석결과를 제시하며, 자신이 참조(reference)하고 있는 DMU를 벤치마킹하여 부족한 부분을 평가요소별로 분해하여 제시한다. 이를 통해 비효율적인 조직이 향후 개선해야 할 전략적 방향성을 파악할 수 있다.

그 외에도 DEA모델은 목표에 기반을 둔 기법들에 비해 두 가지 장점을 갖는다. 첫째, 환경변화에 대한 대응성을 들 수 있다. 경제상황 등 통제 불가능한 외적변화가 발생하는 경우, 목표에 근거한 평가기법은 성과기준에 대한 조정을 필요로 한다. 하지만 DEA모델은 실제 투입과 산출을 기반으로 DMU들 간에 상대비교를 실시하므로, 외부환경 변화의 영향이 제거된다. 둘째, DEA기법은 일반적인 성과평가기법들이 갖는 샌드백효과를 나타내지 않는다. 즉, 기존에 우수한 성과를 나타낸 조직이 차기 평가에서 불리한 경우가 발생하지 않는다.

하지만 <표 1>에 제시된 바와 같이 기본 DEA 모델을 성과평가도구로 활용하는데 있어 여러 가지 문제점들이 꾸준히 제기되고 있다.

- 1) Sand bagging effect : 샌드백을 멀리 밀수록 강하게 돌아오는 것처럼, 뛰어난 성과를 나타낸 조직은 이후에 더욱 뛰어난 결과를 달성해야 좋은 평가를 받을 수 있음.

〈표 1〉 기본 DEA기법의 문제점

문제점	주요내용	관련연구
① 구조적 복잡성	최종사용자가 이해하기 힘든 구조	[7, 16]
② 변별력	DMU의 수가 작거나 상대적으로 변수의 수가 많은 경우 평가의 변별력이 저하	[16, 222]
③ 평가요소의 배제 (문제점의 은폐)	효율성평가에 불리한 요소는 가중치를 0으로 할당함으로써 평가과정에서 배제	[11, 19]
④ 수용 불가능한 가중치 구조	DMU별로 가중치의 구조가 수용하기 어려울 정도로 현저한 차이가 발생	[7, 19]
⑤ 확정적 평가구조 (data sensitive)	측정에러 등에 매우 민감	[12, 13, 20]
⑥ 지역적 효율성 평가	전체 DMU에 대한 서열화가 어려움	[5, 21]

이 중 ① 구조적 복잡성, ⑤ 확정적 평가구조 문제는 DEA모델이 선형계획법에 근간을 두고 있다는 점에서 근본적인 해결책은 존재하지 않는다.<sup>3)</sup> 하지만 ② 변별력, ③ 평가요소의 배제, ④ 수용 불가능한 가중치 구조, ⑥ 지역적 효율성(local efficiency) 등의 문제는 성과평가기법으로서의 DEA에 대한 근본적 회의를 유발시키므로 이에 대한 해결이 요구된다.

### 3. 전략적 우선순위를 고려한 DEA모델

2장의 논의를 통해 DEA 기법의 기본적인 장점

- 2) SCRCSSP : Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision, Australia.
- 3) Ferrier 등[13]은 DEA를 통해 산출된 개별 DMU의 효율성지표에 bootstrapping을 적용, 효율성지표의 신뢰구간과 편의(bias) 수준을 측정하였으며, Simir 등[20]은 bootstrapping을 이용한 data generation기법을 적용, DEA의 효율성지표에 대한 민감도 분석을 제안하였으나, 근본적으로 확정적 자료, 평가구조로 인한 문제를 해결하지 못함.

을 살리면서, 동시에 조직의 전략적 방향성을 고려할 수 있는 개선된 DEA모델의 필요성이 제기된다. 본 연구는 조직의 전략적 방향성을 반영하기 위해 목표계획법(Goal Programming)의 개념을 DEA에 도입하였다. 목표계획법은 다기준최적화의 한 분야로, 각 기준별로 성취해야 할 목표수준을 정의하고, 기준별 우선순위에 따라 순서대로 목표수준을 달성할 수 있도록 한다. 그러므로 일반적인 목표계획법 모델은 기준별 목표수준을 제약하는 목표제약(goal constraint)과 목표의 달성순서를 제약하는 선점우선순위(preemptive priority) 가중변수를 필요로 한다[23].

DEA에 목표계획법의 개념을 적용한 연구는 Athanassopoulous[6], Sueyoshi[24], Cook 등[9]이 있으나, 목표계획법의 도입목적 면에서 본 연구와 차별화된다. Athanassopoulous[6]는 중앙정부와 지방정부의 예산배분을 위한 협상과정을 지원하기 위한 연구로, 다단계 조직에서 조직 전체의 공통목표, 상위조직의 목표, 하위조직의 목표가 차별적인 상황 하에서 최적의 자원배분구조를 발견하기 위해 수행되었다. Sueyoshi[24]는 DEA와 판별분석(Discriminant Analysis)을 결합하는 과정에서 목표계획법의 개념을 이용하고 있다. Cook 등[9]은 DEA additive model에 목표계획법의 개념을 도입, 각 DMU의 총괄효율성(aggregate efficiency)을 극대화하는 공유자원들의 최적의 분리조합(optimal split of the shared resources)을 도출하기 위한 연구를 수행하였다. 즉 은행지점의 성과평가에 있어 매출과 서비스의 차등적 성과를 달성하기 위해 투입된 공유자원들의 최적 분리조합을 찾기 위한 방법론을 제시하였다.

본 연구에서는 피평가조직 내에서 공유되고 있는 평가요소별 중요도의 우선순위를 발견하고, 식 (3.1)~식 (3.3)과 같이 상대비교 개념을 적용하여 목표계획법에서 요구하는 선점우선순위와 목표제약을 동시에 고려할 수 있도록 하였다.

두 가지 기준  $F_a$ 와  $F_b$ 에 대한 다음과 같은 관계를 가정해보자.

$$F_a > F_b \quad (3.1)$$

여기서  $>$ 는 기준  $F_a$ 가  $\gamma$ 준  $F_b$ 보다 상대적으로 중요하게 고려되어야 함을 의미한다. 이를 DEA의 개념에서 해석하면, 효율성 계산과정에서 산출요소  $[a]$ 가 산출요소  $[b]$ 보다 중요하므로 전체 효율성지수에 미치는 영향도 더 커야 함을 의미한다. 산출요소  $[r']$ 과 산출요소  $[r'+1]$ 의 영향력을 각각  $R_{r'}$ 와  $R_{r'+1}$ 이라고 할 때, 식 (3.2)와 같이 DEA의 효율성 목적함수에서 해당 산출요소가 미치는 영향력 (contribution)의 우선순위관계로 표현할 수 있다.

$$R_{r'} \geq R_{r'+1} \Leftrightarrow u_{r'} y_{r',j} / \sum_{r=1}^s u_r y_{r,j} \geq u_{(r'+1)} y_{(r'+1),j} / \sum_{r=1}^s u_r y_{r,j} \quad (3.2)$$

식 (3.2)는 분수식 형태(fractional form)로 비선형이지만, 좌우항의 분모부분을 정리하면 식 (3.3)과 같은 선형제약식의 형태를 갖추게 된다.

$$u_{r'} y_{r',j} \geq u_{(r'+1)} y_{(r'+1),j} \quad (3.3)$$

목표계획법에서 선점우선순위변수는 목적함수에 나타나는 것이 일반적이나, 식 (3.3)과 같이 변환하여 DEA모형의 제약식에 직접 포함시키는 것이 가능하다. 그러므로 평가요소 간의 우선순위를 식 (3.3)의 형태로 구성하여 기본 DEA모형 제약식에 추가하면, 평가요소 간 중요도 우선순위를 고려한 우선순위제약(priority-constrained) DEA모형이 완성된다.

우선순위제약 DEA모형은 전체 효율성 점수 대비 개별 평가요소의 영향력을 가중합비율( $R_{r'}$ )을 통해 제약함으로써, 선행연구에 비해 몇 가지 장점을 갖는다.

- 1) DEA모형에 평가요소별 중요도를 반영하는 방법은 주로 가중치의 상·하한을 직접 제약하거나, 가중치간 상대비율의 상·하한을 제약하는

방식이 이용되어 왔다[2, 4, 18, 19]. 하지만 Roll 등[19]과 Allen 등[4]은 가중치의 상·하한을 결정하기 위한 합리적인 방법론은 존재하지 않으며, 가정과 상황에 따라 다양한 기법들이 적용될 수 있음을 주장하였다. 가중치의 상·하한을 결정하기 위한 객관적이고 합리적인 방법론이 제시되지 않은 상태에서 가중치를 제약할 경우, DEA의 장점인 객관성이 손상될 것을 경고하고 있다. 반면, 우선순위제약 DEA의 경우 평가요소의 중요도에 대한 우선순위관계만을 요구하므로 손쉽게 조직적 합의에 이를 수 있다.

- 2) 기존의 가중치 제약방식은 가중치의 범위설정을 위해 대부분 원시데이터를 정규화(normalization)한다. 하지만 정규화는 도출된 결과를 해석하는 과정에서 원시데이터의 척도로 재변환해야 하는 어려움이 발생한다[4]. 이에 비해 우선순위제약 DEA모형은 원시데이터의 척도가 보존되므로, 결과의 해석과정에서의 발생하는 다양한 문제점이 제거된다.
- 3) 우선순위제약 DEA모형은 기본모형의 수정 없이 우선순위 제약의 추가가 가능하므로, 기존에 제시된 가중치제약과 함께 이용할 수 있다. 예를 들면 Wong 등[29]이 제시한 각 평가요소가 반영되어야 할 최소비용, 최대비용 제약과 함께 적용할 수 있다. 산출요소  $r'$ 이 최소 5% 이상 고려되어야 한다는 전제가 있을 경우, 식 (3.4)와 같은 형태의 제약을 추가함으로써 반영이 가능하다.

$$u_{r'} y_{r',j} \geq 0.05 \sum_{r=1}^s u_r y_{r,j}, \text{ for } j=1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

- 4) 우선순위제약 DEA모형은 CCR, BCC 등 모형의 특성에 관계없이, 단순히 식 (3.3)과 식 (3.4) 형태의 제약식을 추가함으로써 반영이 가능하다는 점에서 응용범위가 매우 넓은 장점을 갖는다.
- 5) 근본적으로 월등히 중요한 평가요소가 존재할 경우, 목표계획법 관점에서 해당 평가요소를 최우선적으로 반영하는 것이 가능하다.

4)  $R_{r'} = u_{r'} y_{r',k} / \sum_{r=1}^s u_r y_{r,k}$  은 산출변수의 가중총합 (weighted sum)에서 평가요소  $r'$ 이 차지하는 영향력 또는 공헌도(contribution)를 의미함.

델은 기본 BCC모델인 식 (3.5)~식 (3.8)에 우선순위관계 제약식 (3.9)~식 (3.12)를 추가한 형태로 구성된다.

$$\text{Max } z_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{r_o} - u_0 \quad (3.5)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0 \leq 0, \\ \text{for } j=1, 2, \dots, n \quad (3.7)$$

$$u_r \geq 0; v_i \geq 0; u_0 \text{ is free} \quad (3.8)$$

$$u_k y_{kj} \geq a_{kl} u_l y_{lj} \\ \text{for } (k, l) \text{ in set } S_o; j=1, 2, \dots, n \quad (3.9)$$

$$v_p x_{pj} \geq b_{pq} v_q x_{qj} \\ \text{for } (p, q) \text{ in set } S_j; j=1, 2, \dots, n \quad (3.10)$$

$$u_{r'} y_{r'j} \geq w_o \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \\ \text{for } r'=1, 2, \dots, s; j=1, 2, \dots, n \quad (3.11)$$

$$v_i x_{ij} \geq w_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \\ \text{for } r'=1, 2, \dots, s; j=1, 2, \dots, n \quad (3.12)$$

, where  $a_{kl}$  : 산출요소  $k$ 와 산출요소  $l$ 의 상대비율 (상수)

$b_{pq}$  : 투입요소  $p$ 와 투입요소  $q$ 의 상대비율 (상수)

$w_o$  : 산출요소의 최소반영비율(상수)

$w_j$  : 투입요소의 최소반영비율(상수)

여기서,  $S_o$ ,  $S_j$ 는 산출요소와 투입요소에 대한 우선순위관계 집합을 의미한다.

$$S_o = \{(k, l) \text{ for all output factor } k, l, \text{ where } k \neq l\} \quad (3.14)$$

$$S_j = \{(k, l) \text{ for all input factor } k, q, \text{ where } p \neq q\} \quad (3.15)$$

선점우선순위는 식 (3.9)와 식 (3.10)을 통해 반영하였다. 우선순위관계가 단순 대소관계인 경우 상수  $a_{kl}$ ,  $b_{kl}$ 에 1을 부여한다. 식 (3.11), 식 (3.12)는 전체변수에 대한 최소반영비율 제약으로 목표제약(goal constraint)의 역할을 한다.  $w_o$ 와  $w_j$ 는 각각 산출요소와 투입요소의 최소반영비율로 0에서 1사이의 상수이다. 최대반영비율제약의 경우 식 (3.11)과 식 (3.12)를 간단히 변형하여 적용할 수 있다.

DEA분석을 위해 DEA Solver Pro,<sup>5)</sup> Deawin 등

상용솔루션이 널리 이용되고 있으나, 소스코드가 공개되지 않아 정해진 모델 이외에는 분석이 불가능하다. 그러므로 본 연구에서는 Microsoft Excel의 Solver기능과 Visual Basic Script를 이용하여 기본 DEA모델을 구현하고, 기본모델에 우선순위관계 제약식을 첨부하여 우선순위제약 DEA 프로그램을 개발하였다.

#### 4. 사례분석

국내 가전업체(이하 A사)의 애프터서비스 부문 성과평가사례를 통해 일반적 성과평가기법의 적용이 실제 현장에서 다양한 문제를 유발시키고 있음을 확인할 수 있다.

애프터서비스 부문은 현장에서 직접 수리서비스를 수행하는 조직으로, 고객과 빈번한 대면 접촉이 발생한다. 그러므로 고객에 대한 이미지를 중시하는 가전업체에 있어 애프터서비스 부문은 영업부문과 함께 대고객 이미지 향상에 직접적인 영향을 미치는 핵심조직 중 하나이다. 하지만 최근 현장서비스 조직에 대한 아웃소싱이 증가함에 따라 조직의 성격이 분화되고, 애프터서비스 조직 전반에서 성과평가에 대한 관심이 급격히 증대되고 있다. 국내 기업들의 아웃소싱 활성화와 경향을 반영하여, A사도 1990년대 후반 현장서비스 조직에 대한 분사를 단행하였다. A사의 현장조직은 본사 직영 서비스센터(이하 서비스센터)와 분사를 통해 아웃소싱한 서비스센터(이하 서비스전문점)로 구성된다.

서비스센터는 고객만족을 목표로 운영되는 비용중심(cost center)형 조직인데 반해, 서비스전문점은 A사의 애프터서비스를 대행하고 받는 서비스대행 수수료를 수익모델로 한 이익중심(profit center)사업단위이다. A사는 아웃소싱 서비스의 품질관리를 위해 서비스전문점의 운영성과를 평가하고, 성과에 따라 서비스대행 수수료를 차등적으로 지급하고 있다. A사는 서비스전문점에 자사의 목표

5) SAITECH Inc., <http://www.saitech-inc.com>.

와 합치된 서비스 성과를 기대하나, 서비스 전문점의 경우는 객관적이고 공평한 평가를 통해 합리적인 서비스대행 수수료 책정을 요구하는 상황이다.

성과평가는 전국에 걸쳐 분포된 41개의 직영 서비스센터(C1~C41), 63개의 서비스전문점(A1~A63)을 대상으로 수행되며, 평가에 활용되고 있는 성과요소의 구성은 <표 2>에 제시하였다.

서로 다른 척도로 측정된 7가지 자료를 하나의 수치로 표현하기 위해, 식 (4.1)의 선형가중합모델(Linearly Weighted Sum Model)을 일부 변형한 평가방식이 적용된다. 척도차이로 인한 효과를 제거하기 위해 실측된 속성치( $a_{ij}$ ) 대신 정규화된 속성치( $a'_{ij}$ )를 이용한다.

$$Score_{c_i} = \sum_{j=1}^n w_j a'_{ij} = \sum_{j=1}^n w_j [a_{ij} / Max_{j=1}^n (a_{ij})],$$

for  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  (4.1)

기존모델의 단점은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 애프터서비스는 서비스 행위가 제품이나 설비가 설치된 현장에서 주로 이루어지므로 가용한 서비스기사와 부품재고 보유수준이 서비스 성과에 직접적인 영향을 미치게 된다. A사처럼 투입요소가 고려되지 않은 평가기준을 적용할 경우, 현장조직은 서비스 향상을 위해 경쟁적

로 인력과 재고를 확보하고자 노력하게 되고, 전체 조직차원의 자원운영 효율성이 저해된다.

2) 대도시 서비스센터는 고밀도 대상지역에 서비스를 제공하나, 지방·교외지역 서비스센터는 저밀도 대상지역을 서비스하는 차별적 특성을 갖는다. 하지만 현 평가체계는 개별 조직의 지역적 특성을 전혀 고려할 수 없다.

3) 서비스 성과평가요소들이 낮은 서비스수준에서 단위성과가 체증하다 높은 서비스수준에서 체감하는 가변적 특성을 나타내나, 선형가중합모델은 이를 고려할 수 없다.

DEA모델의 기본 장점만으로도 제시된 문제점을 상당 부분 개선할 수 있다. 기존 평가모형을 DEA모델로 전환하기 위해 서비스 1,000건(월) 당 서비스기사수(이하 서비스기사수)와 서비스 1건 당 평균재고금액(이하 평균재고)을 투입요소로 도입하였다. 본 연구에서는 서비스부문의 규모수의 특성을 고려하여 BCC모델을 기본모델로 분석을 실시하였다(<부록 1> 참조). 분석결과, A사 사례에서도 앞서 제시한 바 있는 기본 DEA의 문제점이 심각한 문제를 야기하고 있음을 확인할 수 있었다. 분석결과 중 DMU C28과 A18의 효율성 측정결과를 통해 기본 DEA모델 적용에 따른 문제점에 대해 논의해 보자.

<표 2> 기존 성과평가기준(A사)

산출요소		가중치( $w_j$ )	설 명
$O_1$	CSI	25%	Customer Satisfaction Index, 서비스 이용고객이 의견제안 프로세스를 통해 제안한 칭찬, 불만 등을 점수화, 만점기준 없음 <sup>6)</sup>
$O_2$	A/S 이미지	20%	해당 서비스센터를 이용한 경험이 있는 고객을 대상, 외부기관에 의해 서비스 만족도를 조사, 100점 만점
$O_3$	감동평가	15%	콜센터에서 개별 서비스가 종료된 고객 중 일정수를 샘플링하여 5점 척도로 해당 서비스에 대한 만족도를 조사, 5점 만점
$O_4$	미스터리 쇼핑	10%	각 센터의 서비스 프로세스를 평가하기 위해 가짜 고객(mystery shopper)을 보내 서비스를 받게 하고, 서비스 진행과정을 평가, 100점 만점
$O_5$	2시간 내 처리율	10%	전체 서비스건 중 2시간 내 처리된 서비스건의 비율, 100% 만점
$O_6$	24시간 내 처리율	10%	전체 서비스건 중 24시간 내 처리된 서비스건의 비율, 100% 만점
$O_7$	수리품질	10%	(1-재고장율), 재고장율은 전체 서비스건 중 3개월 이내에 동일한 증상으로 다시 접수된 서비스건의 비율, 100% 만점

6) 사례기업의 경우 CSI 점수가 DMU에 따라 최고 124.01에서 최저 86.73 사이에 분포.

〈표 3〉 DMU C28의 BCC 효율성 측정 결과

C28(0.8333), 참조집합 : [C20, A19, A59]		자료	개선지향점	격차	비율
투입요소	서비스기사 수 ( $I_1$ )	0.7874	0.6562	-0.1312	-16.67%
	평균재고금액 ( $I_2$ )	11.1340	9.2779	-1.8561	-16.67%
산출요소	CSI ( $O_1$ )	104.02	108.60	4.58	4.40%
	A/S 이미지 ( $O_2$ )	100.00	100.00	0.00	0.00%
	고객감동 ( $O_3$ )	85.90	87.00	1.10	1.28%
	미스터리쇼핑 ( $O_4$ )	82.00	96.65	14.65	17.87%
	2시간 내 처리율 ( $O_5$ )	38.40	42.96	4.56	11.88%
	24시간 내 처리율 ( $O_6$ )	81.87	81.91	0.04	0.05%
	수리품질 ( $O_7$ )	97.40	97.49	0.09	0.10%

〈표 4〉 DMU A18의 BCC 효율성 측정 결과

A18(효율성 : 1.00), 참조집합 : [A18]		자료	개선지향점	격차	비율
투입요소	서비스기사 수 ( $I_1$ )	0.41	0.41	0.00	0.00%
	평균재고금액 ( $I_2$ )	22.28	22.28	0.00	0.00%
산출요소	CSI ( $O_1$ )	96.29	96.29	0.00	0.00%
	A/S 이미지 ( $O_2$ )	69.05	69.05	0.00	0.00%
	고객감동 ( $O_3$ )	84.20	84.20	0.00	0.00%
	미스터리쇼핑 ( $O_4$ )	70.30	70.30	0.00	0.00%
	2시간 내 처리율 ( $O_5$ )	14.26	14.26	0.00	0.00%
	24시간 내 처리율 ( $O_6$ )	65.19	65.19	0.00	0.00%
	수리품질 ( $O_7$ )	97.21	97.21	0.00	0.00%

DMU C28은 기존모델을 통해 상위 13위로 평가되었으나, BCC모델을 적용한 결과 71위로 평가되어 58위의 순위차를 나타내고 있다(〈표 3〉 참조). DMU C28은 DMU C20, A19, A59를 참조집합(reference group)으로 삼고 있으며, 이들로 구성된 효율성 프론티어(efficient frontier) 상의 개선지향점(projection point)과 비교되어 효율성 0.83으로 평가되었다. 반면에 〈표 4〉의 DMU A18은 기존 모델에서 92위를 기록하였으나, BCC모델을 적용할 경우 전체 DMU들 중 가장 효율적인 DMU 중 하나로 평가되었다.

〈표 1〉에서 제시한 바 있는 문제점들을 본 사례와 관련하여 살펴보면, 먼저 전체서열화(full ordering) 문제가 제기된다. C28의 순위는 전체 DMU 가운데 71위로 분석되었으나, 이는 편의상 부여한

순위에 불과하다. DEA에서 A18과 같이 효율성이 1인 DMU들 간에는 상대비교가 성립하지 않는다[3, 21]. 그러므로 C28과 동일한 참조집합(C20, A19, A59)을 참조하지 않는 DMU 간에 상대비교가 불가능하다. 결국 A18과 C28의 상대비교가 성립하지 않으므로, A18이 C28에 비해 보다 효율적이라고 판단할 수 없게 된다.

다음은 변별력 저하 문제로 BCC분석결과에서 효율성지수가 1인 DMU는 총 39개(37.5%)인 것으로 분석되어 평가의 실효성에 대한 문제가 제기된다(〈부록 1〉 참조). 변별력 문제는 전체서열화가 가능하면 자연스럽게 해결된다. DEA의 전체서열화 문제를 해결하기 위해 많은 접근이 시도되어 왔다[3]. 대표적인 접근방법은 Anderson 등[5]의 Super Efficiency DEA모델로, 자신을 제외한 다른



DMU들과의 비교를 통해 DEA의 전체서열화 가능성을 제시하였다. 하지만 Super Efficiency DEA 모델은 전체서열화를 제외한 DEA 기법의 고유한 문제를 고스란히 갖고 있으며, 일부 의사결정문제에서 해가 존재하지 않는(infeasible) 문제점을 갖는다[26]. Sinuany-Stern 등[21]은 AHP와 DEA를 결합하여 전체서열화를 시도하였으나, 적용과정이 복잡하고 전체서열화의 문제를 해결하기보다는 변별력을 일부 채고시키는 수준이 그치고 있다.

세 번째는 가중치의 자율적 할당에 따른 문제이다[11, 19]. 각 DMU는 자신의 효율성이 가능한 최대가 되도록 가중치를 할당하므로, 자신에게 취약한 평가요소의 가중치를 대부분 0으로 할당하게 된다. 이로 인해 성과평가에 적용된 가중치구조에 대한 조직 내의 불만이 가중될 수 있다.

<표 5>는 DMU C28과 A18의 투입·산출자료를 비교하고 있다. 열 A와 B에서 DMU C28이 A18에 비해 서비스기사수에서 0.38명 정도 과다투입하고 있으나, 그 외의 다른 모든 평가척도에서 크게 우수한 성과를 나타내고 있다. 하지만 가중치의 자율적 할당으로 인해 DMU A18은 자신에게 취약한 평균재고 등에 가중치를 0으로 할당하고, 다른 DMU에 비해 평가요소에만 가중치를 집중적으로 부여함으로써 효율성지수 1로 평가받고 있다.

전체 DMU에 대해 확대해 보면, 산출요소의 경우 전체 728(=7×104)개 가중치 중 436개(60%)가

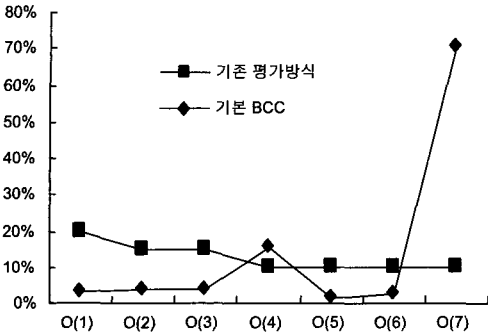
0으로 할당되고 있다. 각 DMU별로 7개 산출요소 중 평균 4개 이상이 평가과정에서 배제되고 있음을 의미한다. 결국 조직의 전략적 방향성을 반영하고자 도입된 평가요소 중 상당 부분이 실제 평가과정에서 배제됨으로써 조직통제 측면에서 평가체계의 기능이 상실될 수 있다[12].

<그림 1>은 DMU에 대한 평가총점 중 각 산출요소가 평균적으로 공헌(contribution)하는 비율과 기존평가방식의 가중치를 비교한 결과이다. 기존평가방식에 적용된 가중치는  $O_1$ 부터 시작해서 점차 감소하는 형태를 보이지만, 기본 BCC모델의 경우 이와 관계없이  $O_7$ 에서 가장 높게 나타나고 있으며, 산출요소  $O_1, O_2, O_3, O_5, O_6$ 는 거의 반영되지 않고 있음을 볼 수 있다.

조직전략 차원에서 핵심요소임에도 불구하고 가중치를 0으로 할당하고 자신에게 유리한 평가요소에만 높은 가중치를 할당함으로써, 조직의 전략적 목표에 배치되는 평가결과가 유발될 수 있다[19]. 이로 인해 중요성이 떨어지는 평가요소에서 우수한 DMU가 전략적으로 중요한 평가요소에서 우수한 DMU보다 오히려 우수하게 평가받는 결과도 발생할 수 있다. 따라서 DEA모델의 무분별한 적용은 일선조직으로 하여금 전략적 중요도에 관계없이 쉽게 달성할 수 있는 한 가지에 대해서만 집중적인 노력을 하게 하는 결과를 초래하고, 이는 장기적으로 조직의 전략적 성장에 심각한 문제를 유발하게 된다.

<표 5> DMU C28과 A18의 입력자료 비교

성 과 변 수		C28	A18	차이(A)	비율(B)
투입요소	서비스기사 수 ( $I_1$ )	0.79	0.41	0.38	48.13%
	평균재고금액 ( $I_2$ )	11.13	22.28	-11.15	-100.09%
산출요소	CSI ( $O_1$ )	104.02	96.29	7.73	7.43%
	A/S 이미지 ( $O_2$ )	100.00	69.05	30.95	30.95%
	고객감동 ( $O_3$ )	85.90	84.20	1.70	1.98%
	미스터리쇼핑 ( $O_4$ )	82.00	70.30	11.70	14.27%
	2시간 내 처리율 ( $O_5$ )	38.40	14.26	24.14	62.86%
	24시간 내 처리율 ( $O_6$ )	81.87	65.19	16.68	20.37%
	수리품질 ( $O_7$ )	97.40	97.21	0.19	0.20%



<그림 1> 총평가점수에 대한 평가요소별 공헌도 비교

### 5. 우선순위제약 DEA모델 적용결과

A사의 기존 평가모델을 근간으로 산출요소 간의 중요도에 대한 우선순위와 최소 반영비율을 파악하고, 산출요소와 투입요소에 대한 우선순위 관계 집합  $S_o, S_f$ 를 정의하였다. 평가요소별 중요성에 대한 우선순위로 편의상 <표 1>에 제시한 바 있는 가중치의 대소관계를 이용하였다. 하지만 중요도에 대한 정보가 존재하지 않는 경우, AHP 기법 등을 이용하여 조직에서 현재 목표로 하거나 공유되고 있는 평가요소별 중요도 우선순위를 활용하는 것도 가능하다.

<표 6>에서 기본 BCC모델의 변수별 공헌도 (contribution)와 우선순위제약 모델의 변수별 공헌

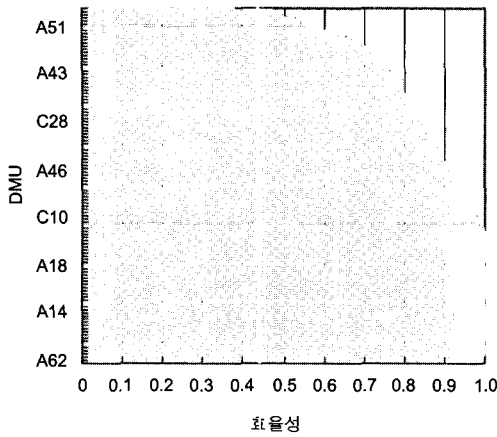
도의 분포를 비교하였다.

기본모델의 경우 투입요소에 대한 가중치에 제약을 두지 않으므로, 투입요소  $I_1$ 과  $I_2$ 에 대해 최소 공헌도는 0, 최대공헌도는 1로 설정되고 있음을 볼 수 있다. 하지만 우선순위제약 BCC모델의 경우 개별투입요소의 최소반영비율을 25%로 제약하여, 특정 투입요소가 반영되지 않는 문제점을 제거하였다. 특히 투입요소별 표준편차에서 기본 BCC모델이 우선순위제약 BCC모델에 비해 3배 수준에 달해 DMU별 적용 가중치 간에 차이가 매우 큰 것으로 분석되었다.

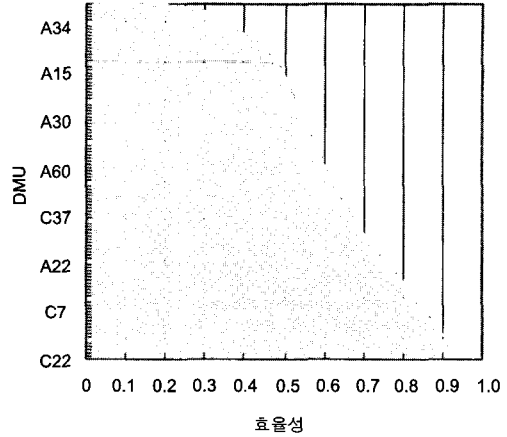
기본 BCC모델에서 산출요소의 최소공헌도는 7개 요소 모두 0이 적용되고 있으며, 최대공헌도는  $O_1, O_5$ 를 제외한 대부분의 산출요소에서 1에 가까운 값을 갖는다. 산출요소  $O_7$ 의 예를 들어보자. 일부 DMU에서는  $O_7$  이외의 다른 모든 요소에 가중치 0을 부여하고 있으나, 어떤 DMU에서는 오히려  $O_7$ 을 전혀 고려하지 않아, 불리한 평가를 받은 DMU들이 비현실적 가중치로 인한 문제를 제기할 수 있다. 반면에 우선순위제약 BCC모델의 경우 최소공헌도가 모두 0이 아니며, 최대공헌도와와의 차이 또한 그다지 크지 않은 것으로 분석되었다. 우선순위제약 BCC모델이 개별 DMU의 특성을 고려한 가중치 할당을 보장하면서 동시에 제안된 모든 평가요소를 고루 반영하고 있음을 보여주고 있다.

<표 6> 기본 BCC모델과 우선순위제약 BCC모델의 변수별 공헌도 비교

구 분		$R_i = v_i x_{i'j} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$		$R_r' = u_r y_{r'j} / \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$						
		$i' = 1(I_1)$	$i' = 2(I_2)$	$r' = 1(O_1)$	$r' = 2(O_2)$	$r' = 3(O_3)$	$r' = 4(O_4)$	$r' = 5(O_5)$	$r' = 6(O_6)$	$r' = 7(O_7)$
기본 BCC	최 대	1.0000	1.0000	0.2236	1.0000	0.9998	0.9912	0.5941	0.8889	1.0000
	최 소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	평 균	0.7510	0.2490	0.0080	0.0977	0.1435	0.2735	0.0478	0.0666	0.3628
	표준편차	0.3367	0.3367	0.0403	0.1733	0.2122	0.3345	0.1022	0.1536	0.4011
우선 순위 제약	최 대	0.7500	0.7500	0.4479	0.3390	0.1650	0.0801	0.0902	0.0815	0.0860
	최 소	0.2500	0.2500	0.3239	0.0860	0.0766	0.0593	0.0083	0.0465	0.0603
	평 균	0.5201	0.4799	0.3817	0.2384	0.1184	0.0696	0.0536	0.0670	0.0711
	표준편차	0.1283	0.1283	0.0234	0.0392	0.0165	0.0045	0.0153	0.0067	0.0049



(a) 기본 BCC

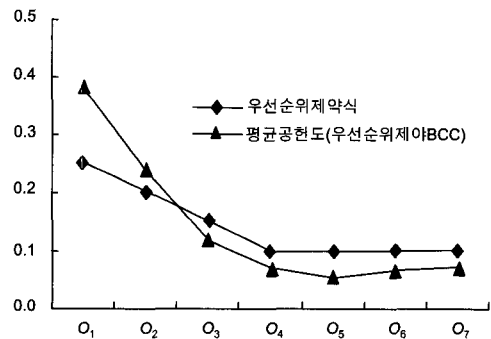


(b) 우선순위제약 BCC

<그림 2> 효율성분포 비교

모델의 변별력 분석에서 기본 BCC모델은 39개 DMU가 효율적으로 평가되어 평가의 변별력 면에서 심각한 문제점을 드러냈다(<그림 2>(a) 참조). 반면에 우선순위제약 ECC모델은 DMU C22 하나만 효율적으로 분석되었다(<그림 2>(b) 참조). 즉, 전체 DMU들 간에 완전서열화가 이루어져, 우선순위제약 BCC모델이 기본BCC모델의 변별력 문제를 효과적으로 해결하고 있음을 볼 수 있다. 우선순위제약 BCC모델이 기본 BCC모델에 우선순위제약을 추가한 형태이므로 개별 DMU의 목적함수값이 기본 BCC의 결과보다 작은데 따른 결과이다.

<그림 3>는 DMU에 대한 총평가점수에서 각 산출요소가 공헌하는 평균공헌도를 비교한 결과이다. 우선순위제약을 통해 부여한 평가요소별 우선순위에 따라 평균공헌도가 배치되고 있음을 볼 수 있다. 이는 본 연구에서 제시하고 있는 우선순위제약 DEA모델이 평가요소간의 전략적 중요도를 반영한 결과를 산출하고 있음을 보인다. 본 연구는 DEA모델의 개선에 관한 연구로 우선순위제약에 편의상 기존 평가방식의 우선순위를 적용하였으나, AHP 기법 등을 적용하여 별도의 우선순위조사를 실시하는 경우 이를 우선순위제약으로 적용할 수 있다.



<그림 3> 우선순위제약에 따른 평가요소별 공헌도

## 6. 결론 및 시사점

본 연구의 의의는 두 가지 측면에서 제시된다. 첫째, 실존 기업의 현장서비스 조직에 활용되는 성과평가 사례 분석을 통해 기존 성과평가체계의 문제점을 제시하였다. 둘째, 제시된 문제점을 해결하기 위한 방안으로 DEA 기법을 도입하는 과정에서 발생한 새로운 문제점들을 현실관점에서 확인하고, 이를 해결할 수 있는 개선된 DEA모델을 제시하였다.

기존 성과평가체계의 대표적인 문제점은 성과평가기준과 성과점수 산출모형의 문제점으로 대별된다. 성과평가기준과 관련하여, 기존연구들에서 지

적하고 있는 바와 같이 투입자원의 영향을 전혀 고려하지 않고 있는 것으로 나타났다. 성과점수 산출 모형과 관련하여, 각 평가요소를 비교 가능한 하나의 수치로 통합하는 과정에서 일방적으로 설정된 평가요소별 가중치를 획일적으로 적용하고 있으며, 높은 서비스수준으로 갈수록 단위성고가 체감하는 성격을 반영하지 못하고 있는 것으로 분석되었다.

제시된 문제점을 해결하기 위해 최근 DEA 기법이 활용되고 있으나, 기본 DEA 기법을 적용한 분석결과로부터 비현실적 가중치, 평가의 변별력 저하, 평가요소의 배제로 인한 전략적 방향성 상실 등 기존 연구들에서 제시하고 있는 문제를 추가적으로 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 기존 평가기법의 문제점과 기본 DEA모델의 문제점을 동시에 해결하기 위한 방안으로, 평가요소별 중요도에 대한 우선순위를 반영한 우선순위제약 DEA모델을 개발하였다. 우선순위제약 DEA모델은 기본 DEA모델에 평가요소별 중요도에 대한 우선순위 제약식만을 추가하면 되므로, DEA의 기본적인 장점을 유지하면서 다음과 같은 추가적인 장점을 갖는다.

- 1) 우선순위제약을 통해 가중치 산출과정에서 개별 평가요소에 대한 조직차원의 전략적 중요도를 효과적으로 반영할 수 있다.
- 2) 우선순위제약을 반영한 경우 기본 DEA모델에 비해 변별력이 높은 결과를 나타내며, 최소·최대 반영비율의 조정을 통해 전체 서열화가 가능하다.
- 3) 원시 데이터에 대한 변형이 요구되지 않으므로 결과분석이 용이하다.
- 4) 최소비용제약 등과 함께 적용이 가능하므로 특정 성과요소가 평가과정에서 배제되는 것을 방지할 수 있다.
- 5) 가중치를 직접 제약하기 보다는 가중속성합의 비율(공헌도)을 통해 제약하므로 제약조건의 해석이 용이하고 영향력에 대한 분석자의 이해가 쉽다.

6) 모든 기본모형에 적용 가능하므로 규모수익별로 다양한 분석이 가능하다.

본 연구에서는 사례기업 분석결과로부터 우선순위제약 DEA모델이 기존 평가기법에 비해 평가요소의 단위수확체감 성향을 고려하면서도 투입요소와 산출요소의 영향을 모두 고려한 합리적인 모형이며, 기존 DEA모델의 변별력 부족 및 전략적 방향성 상실 문제를 효과적으로 해결한 우수한 대안임을 입증하였다.

한편 본 연구의 한계로는 특정기업에서 활용하고 있는 산출요소 구성을 그대로 활용하고 있다는 점을 들 수 있다. 물론 해당 조직에서 활용하고 있는 성과변수 이외에도 많은 다른 변수들이 고려될 수 있지만, 일선조직에서 관리하지 않고 있는 데이터를 수집하는데 현실적으로 어려움이 따른다는 점에서 부득이한 결과이다. 하지만 일선조직에서 실제로 활용되고 있는 데이터를 이용, 기존의 성과평가기법과 이론적인 성과평가기법, 그리고 본 연구에서 새롭게 제안한 성과평가기법 간에 비교를 실시, 새로운 평가기법이 갖는 실질적인 장점을 제시하고 있다는 점은 실데이터 활용에 따른 장점이다.

특히 피평가조직 측면에서 DEA가 갖고 있는 기본적인 장점을 통해 객관성과 공정성을 보장받고, 조직전체 측면에서는 전략적 방향성이 반영된 평가를 통해 조직 전체의 전략적 성장을 기할 수 있다. 또, 분석을 실시하는 평가자 측면에서 적용이 간편하면서도 이해가 용이한 모형을 개발하였다는 점에서 향후 서비스조직의 성과평가와 관련하여 폭넓은 활용이 기대된다.

## 참고 문헌

- [1] 안영진, 안천의, “애프터서비스 품질과 고객만족과의 관계에 관한 실증연구”, 『한국전문경영인학회지』, 제2권, 제1호(1999), pp.121-145.
- [2] 임호순, 유석천, 김연성, “연구개발사업의 평

- 가 및 선정을 위한 DEA/AHP 통합모형에 관한 연구”, 『한국경영과학회지』, 제24권, 제4호 (1999), pp.1-12.
- [3] Alder, N., L. Friedman, and Z. Sinuany-Stern, "Review of ranking methods in the data envelopment analysis context," *European Journal of Operational Research*, Vol. 140(2002), pp.249-265.
- [4] Allen, R., A. Athanassopoulos, R.G. Dyson, and E. Thanassoulis, "Weight Restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis : Evolution, development and future directions," *Annals of Operations Research*, Vol.73(1997), pp.13-34.
- [5] Anderson, P., and N.C. Petersen, "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol.39, No.10(1993), pp.1261-1264.
- [6] Athanassopoulos, A.D., "Goal programming & data envelopment analysis (GoDEA) for target-based multi-level planning : Allocating central grants to the Greek local authorities," *European Journal of Operational Research*, Vol.87(1995), pp.535-550.
- [7] Belton, V. and S.P. Vickers, "Demystifying DEA-A Visual Interactive Approach Based on Multiple Criteria Analysis," *Journal of Operational Research Society*, Vol.44, No.9 (1993), pp.883-896.
- [8] Charnes, A., W.W. Cooper, A.Y. Lewin, and L.M. Seiford, *Data Envelopment Analysis : Theory, Methodology, and Application*, Kluwer Academic Publishers, 1994, pp.2-4.
- [9] Cook, W.D. and M. Hababou, "Sales performance measurement in bank branches," *Omega*, Vol.29(2001), pp.299-307.
- [10] Cooper, W.W., L.M. Seiford, and K. Tone, *Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Application, Reference and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [11] Dyson, R.G. and E. Thanassoulis, "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis," *Journal of Operational Research Society*, Vol.39, No.6(1988), pp.563-576.
- [12] Epstein, M.K. and J.C. Henderson, "Data Envelopment Analysis for Managerial Control and Diagnosis," *Decision Science*, Vol. 20(1989), pp.90-119.
- [13] Ferrier, G.D. and J.G. Hirschberg, "Bootstrapping Confidence Intervals for Linear Programming Efficiency Scores : With an Illustration Using Italian Banking Data," *Journal of Production Analysis*, Vol.8(1997), pp.19-33.
- [14] Good, W., "Productivity in the Retail Grocery Trade," *Journal of Retailing*, Vol. 60, No.3(1984), pp.81-97.
- [15] Kamakura, W., T. Lenartovicz, and B. Ractchford, "Productivity Assessment of Multiple Retail Outlet," *Journal of Retailing*, Vol.72, No.4(1996), pp.333-356.
- [16] Metters, R.D., K. King-Metters, and M. Pullman, *Service Operations Management*, South-Western Thomson, 2003, pp.318-330.
- [17] Metters, R.D., F.X. Frei, and V.A. Vargas, "Measurement of multiple sites in service firms with data envelopment analysis," *Production and Operations Management*, Vol.8, No.3(1999), pp.264-281.
- [18] Roll, Y. and B. Golany, "Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA," *Omega International Journal of Management Science*, Vol.21, No.1(1993), pp.99-109.
- [19] Roll, Y., W.D. Cook, and B. Golany, "Controlling Factor Weights in Data Envelop-

- ment Analysis," *IIE Transactions*, Vol.23, No.1(1991), pp.2-9.
- [20] Simir, L. and P.W. Wilson, "Sensitivity Analysis of Efficiency Scores : How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models," *Management Science*, Vol.44, No.1 (1998), pp.49-61.
- [21] Sinuany-Stern, Z., A. Mehrez, and Y. Hadad, "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units," *International Transactions in Operation Research*, Vol.7(2000), pp.109-204.
- [22] Steering Committee for the Review of Commonwealth/State Service Provision (SCRCSSP), *Data Envelopment Analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery*, AGPS, Canberra, 1997.
- [23] Stevenson, W.J., *Introduction to Management Science*, Irwin, 1989, pp.312-313.
- [24] Sueyoshi, T., "DEA-discriminant analysis in the view of goal programming," *European Journal of Operational Research*, Vol. 115(1999), pp.564-582.
- [25] Thompson, R.G., L.N. Langemeier, C. Lee, E. Lee and R.M. Thrall, "The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming," *Journal of Econometrics*, Vol.46(1990), pp.93-108.
- [26] Thrall, R.M., "Duality, classification and slacks in DEA," *Annals of Operations Research*, Vol.66(1996), pp.109-138.
- [27] Triantaphyllou, E. *Multi-Criteria Decision Making Methods : A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [28] Winston, W.L. and M. Venkataramanan, *Introduction to Mathematical Programming*, 4th. ed., Thompson, 2003, pp.184-185.
- [29] Wong, Y.-H.B. and J.E. Beasley, "Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis," *Journal of Operational Research Society*, Vol.41, No.9(1990), pp.829-835.

〈부록 1〉 평가기법 간 효율성 평가결과 비교

DMU	우선순위계약		기본 BCC		기본 평가방식		DMU	우선순위계약		기본 BCC		기본 평가방식	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위		점수	순위	점수	순위	점수	순위
C1	0.3307	100	0.4688	103	65.92	102	A12	0.6402	47	0.9700	46	71.23	74
C2	0.7987	22	1.0000	1	77.74	16	A13	0.4633	88	0.9895	41	70.76	80
C3	0.7288	32	0.8765	65	79.33	7	A14	0.6165	53	1.0000	1	78.45	12
C4	0.8537	13	0.9657	47	75.26	32	A15	0.4914	85	0.7480	88	70.46	87
C5	0.8406	16	1.0000	1	73.07	58	A16	0.5047	83	0.8408	70	74.93	37
C6	0.8030	20	0.9337	55	71.89	68	A17	0.5127	80	0.7771	84	74.07	45
C7	0.8411	15	1.0000	1	77.23	18	A18	0.5990	58	1.0000	1	66.94	98
C8	0.7945	24	0.9784	42	72.72	62	A19	0.4719	87	1.0000	1	74.75	39
C9	0.5409	73	0.6720	95	72.24	65	A20	0.6343	48	0.9903	40	71.56	71
C10	0.8813	10	0.9770	43	73.85	48	A21	0.5471	70	0.8970	60	67.92	96
C11	0.8847	9	1.0000	1	75.57	28	A22	0.7601	29	0.9375	53	77.97	15
C12	0.7934	25	1.0000	1	72.76	61	A23	0.4122	94	0.6220	98	73.68	51
C13	0.7419	30	0.8451	68	70.96	77	A24	0.7147	34	1.0000	1	78.33	13
C14	0.8326	17	1.0000	1	78.48	11	A25	0.3615	98	0.8793	62	73.98	46
C15	0.7984	23	1.0000	1	72.81	60	A26	0.5247	77	1.0000	1	75.52	30
C16	0.6788	42	0.9594	48	70.63	86	A27	0.5095	81	0.7230	90	75.76	27
C17	0.9682	3	1.0000	1	76.64	23	A28	0.4012	95	0.7639	86	68.69	93
C18	0.6884	38	0.8053	79	73.36	55	A29	0.4473	90	0.6262	97	75.16	35
C19	0.6286	50	1.0000	1	76.84	22	A30	0.5453	71	0.7915	83	73.60	52
C20	0.9897	2	1.0000	1	82.00	4	A31	0.3748	97	1.0000	1	79.64	6
C21	0.9206	5	1.0000	1	80.93	5	A32	0.5284	76	1.0000	1	79.22	8
C22	1.0000	1	1.0000	1	79.01	9	A33	0.5805	61	1.0000	1	77.20	19
C23	0.7230	33	0.7964	81	73.16	57	A34	0.3382	99	0.6988	93	70.89	79
C24	0.8036	19	1.0000	1	82.90	2	A35	0.5144	78	0.9029	59	72.04	66
C25	0.8663	12	1.0000	1	73.85	49	A36	0.4325	92	0.5416	100	66.62	100
C26	0.7060	36	1.0000	1	76.14	25	A37	0.6178	52	0.9323	56	74.15	44
C27	0.6140	54	0.8775	63	72.26	64	A38	0.6108	55	1.0000	1	77.35	17
C28	0.7683	28	0.8333	71	78.66	10	A39	0.5742	64	0.8135	75	70.15	89
C29	0.8906	8	1.0000	1	73.90	47	A40	0.7016	37	0.9114	58	71.66	70
C30	0.8102	18	0.9471	50	74.19	43	A41	0.6831	41	0.8519	67	76.89	21
C31	0.8439	14	0.9525	49	77.04	20	A42	0.6041	56	0.8775	64	73.37	54
C32	0.9460	4	1.0000	1	75.87	26	A43	0.5048	82	0.7721	85	69.86	90
C33	0.7693	27	0.9413	52	75.54	29	A44	0.6555	45	1.0000	1	82.29	3
C34	0.9036	7	1.0000	1	71.43	72	A45	0.5556	68	0.8089	77	70.67	84
C35	0.7137	35	0.8100	76	71.98	67	A46	0.5296	75	0.9301	57	72.29	63
C36	0.5948	59	0.7253	89	75.07	36	A47	0.3289	101	0.5290	101	71.29	73
C37	0.6767	43	1.0000	1	83.78	1	A48	0.4286	93	1.0000	1	78.04	14
C38	0.5811	60	0.7487	87	75.21	33	A49	0.6641	44	1.0000	1	76.40	24
C39	0.9130	6	1.0000	1	70.73	81	A50	0.5340	74	0.7966	80	74.61	40
C40	0.4976	84	0.6975	94	69.45	91	A51	0.4004	96	0.5508	99	71.04	76
C41	0.7741	26	1.0000	1	75.18	34	A52	0.6287	49	0.8739	66	73.46	53
A1	0.5585	67	0.9753	44	71.74	69	A53	0.2440	103	0.3791	104	68.04	95
A2	0.6440	46	0.9742	45	70.65	85	A54	0.5618	66	0.7945	82	70.91	78
A3	0.5793	62	0.8141	74	71.15	75	A55	0.5137	79	0.9431	51	70.35	88
A4	0.5446	72	0.8900	61	64.41	104	A56	0.4608	89	0.9363	54	66.43	101
A5	0.7992	21	1.0000	1	68.47	94	A57	0.6873	39	1.0000	1	73.21	56
A6	0.8689	11	1.0000	1	74.90	38	A58	0.4433	91	0.6531	96	66.83	99
A7	0.6841	40	1.0000	1	73.77	50	A59	0.7378	31	1.0000	1	75.32	31
A8	0.6195	51	0.84378	69	67.15	97	A60	0.6014	57	0.7193	91	74.40	42
A9	0.5752	63	0.8183	73	69.25	92	A61	0.3064	102	0.7152	92	64.98	103
A10	0.4870	86	0.8062	78	70.70	82	A62	0.5715	65	1.0000	1	74.44	41
A11	0.5493	69	0.8194	72	70.69	83	A63	0.2062	104	0.4942	102	72.83	59