

# 자료포락 분석을 이용한 지방 사립 전문대학교 학과의 효율성 비교 및 성과 달성 목표수준 정의

배재호<sup>†</sup>

혜천대학교 물류유통경영과

## Efficiency Comparison and Performance Targets for Academic Departments in the Local Private College Using DEA

Jae-Ho Bae

Department of Logistics and Distribution Management, Hyecheon College

This paper compares efficiency results and performance targets for academic departments in a local private college using DEA (Data Envelopment Analysis). Because of an aging society, a smaller school-age population entering colleges, and enhanced accreditation standards by the government, colleges and universities are not recruiting and retaining sufficient students and therefore are struggling for survival. In contrast to popular four-year undergraduate universities concentrated in Seoul and its satellite cities, retaining students is critical for the survival of local private colleges in poor or remote regions. Therefore, it is very important to identify the factors involved in the retention of students in the various departments of a college. However, given the different characteristics of the departments, it is difficult to identify one unique or robust set of standards to evaluate their performance. The purpose of this paper is to maximize student retention capabilities by ensuring that additional resources are assigned to efficient DMUs; while, inefficient DMUs are given benchmarked targets. Based on previous studies and college accreditation standards, this paper presents indices to be used in evaluating the efficiency of academic departments in a college. In evaluating relative efficiency, this paper uses the output-oriented BCC model. To define target levels to be achieved for efficient DMU, a multi-stage DEA procedure is used.

**Keywords:** DEA(Data Envelopment Analysis), Education Performance, Education Service, Local Private College, Output-oriented DEA, DMU(Decision Making Unit)

### 1. 서론

우리나라 대학은 높은 진학률에 힘입어 1990년대 이후 숫자가 크게 증가하였다가, 출산율 하락과 그에 따른 입학자원의 부족으로 그 중 많은 수가 최근 존립의 위기에 처하게 되었다. 이러한 위기는 수도권 대학보다는 지방의 대학들에서 더욱 심각해지고 있다. 대학입학정원과 입학자원 수의 불균형으로 수도권으로의 진학이 용이해지면서, 지방소재의 4년제 대학들조차

우수학생을 유치하는데 어려움을 겪거나 입학정원을 간신히 채우는데 급급한 것이 현실이다. 어려운 경쟁 환경에 대처하기 위하여 지방소재 대학에서는 지역 밀착형 대학 등을 비롯하여 다양한 방법으로 경쟁우위 기반 확보를 위하여 고심하고 있는데, 이러한 노력은 구체적이고 합리적인 근거에 기인하지 않음으로써 낮은 효율성을 발생시킬 우려가 있다(Youn and Park, 2006). 대학의 운영효율성 향상은 대학정원 자율화, 대학 평가 및 이에 따른 정부의 차등화 정책으로 대학 간 무한 경쟁

본 연구는 혜천대학교 2012년 교내학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

<sup>†</sup> 연락저자 : 배재호 교수, 302-715 대전광역시 서구 복수동 혜천로 100 혜천대학교 물류유통경영과, Tel : 042-580-6403, Fax : 042-580-6359,  
E-mail : jhbae@hu.ac.kr

2013년 1월 14일 접수; 2013년 3월 15일 수정본 접수; 2013년 4월 25일 게재 확정.

이 유도되고 있는 시점에서 매우 중요한 경쟁력이 될 수 있을 것이다(Lee and Lee, 2001). 일반적으로 효율성은 생산조직이 사용한 투입량에 대한 산출량의 비율로 정의되는데, Farrell (1957)은 생산조직의 효율성을 그 생산조직이 효율적 집합에서 떨어져 있는 거리로 측정이 가능하다는 거리 개념의 효율성 측정 방법을 제시하였다. 투입물과 산출물이 다수이고, 이러한 투입물들을 결합하여 형성되는 산출물의 시장가격이 존재하지 않는 대학을 비롯한 비영리적인 조직의 경우 효율성은 상대적인 관점에서 측정될 수밖에 없으며, 이를 평가하기 위하여 Charnes *et al.*(1978)에 의하여 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)이 고안되었다. DEA는 계량모형이면서도 특정한 함수 형태를 가정하지 않기 때문에 다른 계량기법에 비하여 대학을 비롯한 공공부문의 성과평가에 보다 적합하다고 평가된다. 또한 다른 요소와 결합하여 활용되기도 한다(Shim and Kim, 2012; Lee and Jeon, 2011).

학령인구의 지속적 감소와 정부주도의 대학인증 등으로 대학들 간의 지속적인 생존경쟁이 진행되고 있는 환경 속에서, 대학이 보유하고 있는 역량을 최대한 효율적으로 활용하여 경쟁력을 확보하는 것은 생존의 중요한 조건이 될 것이다. 이와 같이 보유 역량의 효율적 활용에 대한 필요성은 불리한 환경에 처해있는 지방 대학이나 전문대학의 경우에는 더욱 절감된다. 이에 본 연구에서는 대학 생존 경쟁에 가장 어려운 여건으로 임할 수밖에 없는 지방 사립 전문대학을 대상으로, 전문대학 내의 다양한 계열/학과의 성과를 DEA를 활용하여 평가하고자 한다. 또한 효율성 중심의 전략을 취하는 대학과 성과 중심의 전략을 취하는 대학이 존재할 수 있으므로, 본 연구에서는 계열/학과의 성과를 효율성 중심(Input Orientation) 접근 방법과 성과 중심(Output Orientation) 접근방법을 함께 활용하여 결과를 분석하였다. 다만 목표수준의 결정에는 성과중심 접근방법의 결과가 활용되었다. 많은 전문대학들에는 2년제에서 4년제까지 다양한 학제가 혼재하고 있어, 규모수익고정(Constant Returns to Scale) 방법보다는 규모수익가변(Variable Returns to Scale) 방법을 적용하였다. 다만 계열/학과의 순위결정에는 규모수익고정모형을 활용하였다. 또한 본 연구에서는 통제불능변수를 감안하였다. 달성가능 수준의 목표를 결정함에 있어, 일부 요소의 경우는 임의 통제가 어려운 경우가 있기 때문이다. 예를 들어 신입생 숫자를 입/출력요소에 포함할 경우, 효율을 높이기 위해 신입생 숫자를 임의로 통제할 수 없게 된다. 또한 일부 요소들의 경우는 목표수준을 정함에 있어 한계가 존재하는 경우도 발생한다. 졸업생의 숫자나 취업생의 숫자는 특별한 경우를 제외하고는 신입생의 숫자나 졸업생의 숫자를 초과할 수 없기 때문이다. 이에 본 연구에서는 일반적인 DEA를 여러 번 수행하여 이러한 문제를 해결하고자 한다.

대학의 성과평가는 구성 요소인 계열/학과의 다양한 특성으로 인해, 이윤을 추구하는 기업과 달리 일반적으로 적용 가능한 평가기준의 확립이 어렵다. 이에 본 연구에서는 DEA를 활용하여 대학을 구성하고 있는 다양한 계열/학과의 특성을 반

영한 성과를 측정하고, 비효율 계열/학과의 경우 유사한 환경의 벤치마킹 대상을 제시함으로써 효과적인 효율성제고가 가능토록 하고자 한다. 전문대학은 계열/학과별로 다양한 학제(2년제~4년제)와 모집정원의 차이가 있어, 본 연구에서는 규모수익가변모형을 중심으로 효율성을 분석하고 목표수준을 정의한다. 그러나 평가대상 계열/학과의 효율성 순위 평가에는 규모수익고정 모형 기반의 초효율 분석을 사용하였는데, 이는 규모수익가변 모형의 경우는 초효율이 무한대로 발산하는 경우가 있기 때문이다(Yoo, 2007). 또한 지방에 위치한 전문대학의 경우 대개의 경우 성과달성을 위한 입력수준이 높지 않는 경우가 많기 때문에, 출력지향형 모형을 활용한다. 또한 효율성 평가에 있어 투입요소와 산출요소의 선정은 목적성과 시의성 측면에서 매우 중요한 의미를 가진다. 이는 대학평가를 주도적으로 시행하는 정부의 명확한 판단 기준이 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 문헌조사를 통해 조사된 대학 효율평가 연구 사례와 전문대학 기관인증평가의 정량평가 평가항목을 기반으로, 전문대학 계열/학과의 역량 효율화를 위한 평가요소를 선정하고 이에 따른 효율성평가를 수행한다. 또한 통제 불능 요인이나, 증가제한요인을 감안하여 다양한 목표수준의 시뮬레이션을 통해 달성 가능한 수준의 설정이 가능토록 하는데 본 연구의 궁극적 의의가 있다. 결과적으로 본 연구에서는 출력지향형 규모수익가변 모형을 활용하여 대학 내 계열/학과의 효율성을 평가하고, 비효율 계열/학과가 상대적 완전효율을 이루기 위한 목표수준을 제시한다. 그러나 일부 연구에서 수행하고 있는 바와 같이 평가결과를 연속변인으로 간주하는 회귀분석 등의 사후 분석은 진행하지 않았다. 이는 DEA를 통한 효율성 평가는 상대적 효율평가이므로, 효율성 정도는 완벽한 서열화가 어렵기 때문(Yun, 2003)에 연속변인으로서의 요건이 완전하지 않다고 판단되었기 때문이다. 본 연구의 효율성 분석은 공개된 통계 솔루션인 R(R Core Team, 2012) Version 2.15.2를 사용하였으며, DEA 분석을 위하여 Benchmarking(Bogetoft and Otto, 2010)과 FEAR(Wilson, 2010) 패키지를 적용하였다.

## 2. 유관 연구

### 2.1 DEA(Data Envelopment Analysis)

일반적으로 성과측정에 가장 많이 사용되는 방법은 평가 항목의 점수를 각 항목에 부여된 가중치로 곱하는 가중평균 방식이라고 할 수 있다(Bae, 2009). 가중평균에 의한 성과측정 방법은 이해하기 쉽고 계산이 간단하다는 장점이 있지만 가중치 체계를 구축하기 어렵고 성과 점수가 가중치에 민감할 수 있다는 약점을 가지게 된다(Bae, 2009; Johnes, 1987, 1990). 가중평균 방식과 비견되는 대부분의 계량모형들은 평가지표들 사이의 주관적 가중치를 설정할 필요가 없다는 장점이 있는 반면, 일정한 함수를 가정해야 하는 제약이 존재하게 된다. 따라

서 대학과 같은 공공기관의 경우 성과를 구성하는 투입요소와 산출요소의 함수가 알려져 있지 않기 때문에, 주관적인 가중치 부여 방식이나 함수를 가정하는 계량모형 기반의 성과측정은 적절하지 못하다. 반면 DEA는 선형계획법에 근거한 비모수 기반 효율성 추정방법으로, 특정 함수형태를 가정하는 계량모형이 아니므로 학교 등의 공공기관의 효율성 평가에 적합하다고 할 수 있다. DEA는 복수의 투입/산출 요소를 고려하여 성과를 측정할 수 있으며, 이 과정에서 평가자의 주관적인 가중치 부여가 필요 없다는 점에서 공공부문의 생산성 평가기법으로서의 객관성과 일반성을 지니게 된다(Kim *et al.*, 2004). 또한 DEA는 평가 대상이 되는 의사결정 단위인 DMU(Decision Making Unit)들 간의 상대적 성과를 도출해 준다는 장점이 있다. 즉 성과를 평가하는 비교 대상인 벤치마킹 대상이 제시되고, 이들과의 차이를 제시하여 구체적 달성 목표를 확인할 수 있다는 측면에서도 차이가 있다(Kim and Choi, 2005).

DEA에서 효율성은 가중치가 부여된 산출물들의 합과 가중치가 부여된 투입물들의 합 간의 비율로 정의된다. 따라서  $x_{ij}(i = 1, 2, \dots, m)$ 가  $DMU_j(j = 1, 2, \dots, n)$ 에 대한  $i$ 번째 투입요소라 하고,  $y_{rj}(r = 1, 2, \dots, s)$ 가 이 때의  $r$ 번째 산출요소라 할 때  $DMU_k$ 에 대한 상대적 효율은 다음의 식 (1)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \text{Max.} \quad & Eff_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (1) \\ \text{Subject to} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \\ & u_r \geq \epsilon, v_i \geq \epsilon, \forall r, i. \end{aligned}$$

여기서  $u_r$ 와  $v_i$ 는 투입요소  $x_{ij}$ 와 산출요소  $y_{rj}$ 의 가중치이며,  $\epsilon$ 는 비아르키메디안 무한소(non-Archimedean infinitesimal)를 의미한다. 그러나 위의 식 (1)은 비선형(nonlinear)이며 비볼록(non-convex) 문제이기 때문에 다음의 식 (2), 식 (3)과 같은 선형방정식 문제로 바꿀 수 있다(Charnes, 1981).

$$\begin{aligned} \text{Min}_{u,v} \quad & Eff_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (2) \\ \text{Subject to} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \forall j, \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1, \\ & u_r \geq \epsilon, v_i \geq \epsilon, \forall r, i. \\ \text{Max}_{u,v} \quad & Eff_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3) \\ \text{Subject to} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \forall j, \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1, \\ & u_r \geq \epsilon, v_i \geq \epsilon, \forall r, i. \end{aligned}$$

식 (2)는 투입요소의 가중치 합을 최소화하는 입력지향형(input-oriented) 모형으로 변형한 것이고, 식 (3)은 산출요소의

가중치 합을 최대화하는 출력지향형으로 변형한 것이다. 이 문제를 평가대상을 바꾸어가며 DMU 개수에 해당하는  $n$ 번 실행하면 모든 DMU 들의 상대적 효율성 점수를 구할 수 있으며, 이 과정에서  $Eff_k$ 를 최대화하는 산출요소 및 투입요소의 가중치가 도출된다. 하나의 조직이 완벽한 효율성을 가진다는 것은 조직의 한 산출물을 투입요소의 일부를 증가시키지 않고서는 증가시킬 수 없거나, 투입물의 다른 일부를 증가시키지 않고서는 감소시킬 수 없는 경우를 말하는데(Charnes and Cooper, 1985), 투입요소와 산출요소의 함수 관계가 명확히 알려져 있지 않은 경우 이론적으로 완벽한 효율성을 알기 어렵다. 따라서 DEA에서는 효율성이 가장 우수한 조직들을 중심으로 해당 조직의 실제 값으로 효율성 프런티어를 형성하고 이를 중심으로 각 조직의 상대적 효율성을 측정한다. 다시 말해 DEA에서 특정 조직의 효율성은 그 조직과 관련 조직들의 선형적 결합을 통해 구성하는 준거집단 간에 이루어지게 된다(Lee and Lee, 2001). 따라서 비효율적이라고 판단되는 DMU는 그 판단의 근거가 되는 참조집합이 존재하게 되는데, 이를 찾기 위해서는 식 (2)와 식 (3)의 쌍대문제 모형인 식 (4)와 식 (5)를 활용한다. 실제로는 계산상의 이유로 식 (4)와 식 (5)가 널리 사용되는데, 이는 제약식의 숫자와도 관련이 있다. 일반적으로 DEA에서는 DMU의 숫자가 투입요소 숫자와 산출요소의 숫자를 합한 것보다 훨씬 큰데, 쌍대문제 모형을 사용하면 제약조건의 숫자가 축소되는 장점이 있기 때문이다.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & Eff_k = \Phi_k - \epsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (4) \\ \text{Subject to} \quad & x_{ik} \Phi_k - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0, \forall i, \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rk}, \forall j \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \forall i, j, r. \\ \text{Max} \quad & Eff_k = \Phi_k + \epsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (5) \\ \text{Subject to} \quad & y_{rk} \Phi_k - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = 0, \forall j, \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik}, \forall i \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \forall i, j, r. \end{aligned}$$

여기서  $\Phi_k$ 는 효율성 점수를,  $\lambda_j$ 는 쌍대변수를 의미하고  $s_i^-$ ,  $s_r^+$ 는 초과 투입량과 초과 산출량을 의미한다. 식 (4)와 식 (5)를 통해  $DMU_j$ 가 참조해야 할 DMU 들의 선형결합을 식별할 수 있으며,  $\lambda_j$ 가 해당 DMU의 결합계수가 된다(Cooper *et al.*, 2006). 한편 쌍대문제 모형으로만 DEA 모형을 다루게 되면 원 문제 모형의 의사결정 변수인 투입/산출요소에 대한 가중치가 가지는 다양성과 의미에 대해서는 소홀해 지는 문제도 발생하게 된다(Lim, 2009).

이와 같이 DEA 중 가장 먼저 개발된 CCR 모델은 CRS의 가정을 기반으로 효율성을 측정하는 모델이다(Charnes *et al.*, 1978). 그러나 많은 경우 조직의 관리규모는 효율성 평가에 영향을 미칠 수 있게 되는데, 이러한 경우에는 앞에서 언급한 규

모수익불변 가정 하의 CCR 모형에 따라 효율성을 평가하는 것이 적절하지 않을 수 있다. 규모에 따른 효율성의 변화를 감안하는 것을 BCC 모형, 또는 VRS(Variable Returns to Scale)라고 한다(Banker *et al.*, 1984). BCC 모형에서는 앞의 식 (4), 식 (5)에서 제약식  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 를 추가하게 된다. 이 제약조건이 추가됨으로써, CCR 모형에서 계산한 기술효율성(TE : Technical Efficiency)에서 규모의 효율성(SE; Scale Efficiency)을 제외한 순수기술효율성(PTE : Pure Technical Efficiency)을 측정할 수 있게 된다. 즉 규모효율성은 기술효율성을 순수기술효율성으로 나눔으로써 추정하게 된다(Coelli, 1996).

이상의 CCR 모형과 BCC 모형은 입력지향 모형과 출력지향 모형을 막론하고 제약 조건에 평가대상인 DMU 자신도 포함되어 있어, 효율성 지수가 1인 DMU 들의 경우 우선순위를 나타내기 어렵다. 이에 Andersen and Petersen(1993)은 제약조건에서 평가대상 DMU 자신을 제외하여 효율성 값이 1 이상의 값을 가짐으로써 상호 우선순위를 비교할 수 있는 수정 DEA 모형인 DEA/AP 모형을 제시하였다. 이 때 효율성이 1보다 큰 경우를 초효율성(super efficiency)이라고 칭한다. 규모수익가변 형인 BCC의 출력지향 모델에서의 초효율을 구하는 DEA/AP 모형은 다음의 식 (6)으로 정리할 수 있다.

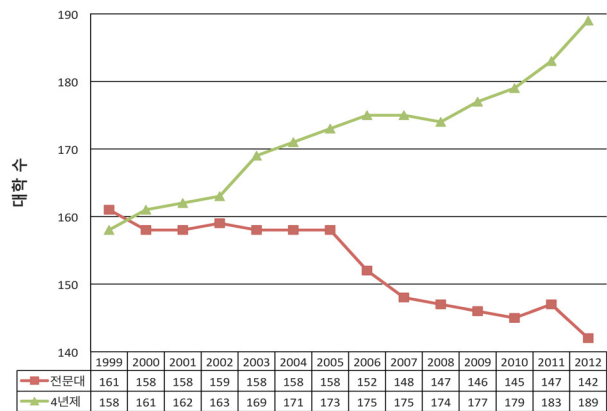
$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & Eff_k = \Phi_k + \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (6) \\ \text{Subject to} \quad & y_{rk} \Phi_k - \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j + s_i^- = 0, \forall j, \\ & \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik}, \forall i \\ & \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \forall i, j, r. \end{aligned}$$

한편 효율성 평가에 활용된 투입요소와 산출요소들 중 일부 항목들은 효율성 제고를 위하여 조정할 수 없는 제어불능인 변수로 분류될 수 있다. 예를 들어 본 연구의 경우 교수 수나 입학생 수들은 해당 DMU의 성과가 비효율적이라고 판단되어도, 장기적인 조정은 가능할 것이나 단기적으로 쉽게 변경할 수 있는 요소가 아니다. 따라서 본 연구에서는 투입요소와 출력요소들을 제어가능변수와 제어불능변수로 구분하여, 상대적 완전효율 달성을 위한 목표수준 결정함에 있어 제어가능변수만으로 적정수준을 제시한다. 기존 평가모형에서 제어불능변수를 반영하기 위해서는 입/출력요소의 위치를 변경하고, 부호를 바꾸면 된다. 즉 특정 투입요소가 제어불능일 경우, 음의 출력요소로 취급하면 된다(Bogetoft and Otto, 2010).

### 2.2 국내/외 대학 효율성 평가 연구

날로 심해지는 대학생준경쟁 환경에서, 전문대학의 경우 그 상황이 더욱 심각하여 많은 전문대학들은 학생모집에 상당한 애로를 겪고 있으며, 이에 따라 실상 많은 편법과 비정상적 수단이 공공연히 이용되고 있는 것이 현실이다(Mo, 2006). 이러

한 현상은 대학 숫자의 추이로도 확인할 수 있다. 다음의 그림 1에서 보는 바와 같이 교육통계 연보에 따르면 전문대학의 수는 1970년 65개에서 출발하여 2002년 159개교를 정점으로, 2012년엔 142개로 지속적으로 감소하고 있다. 반면 4년제 대학 수는 1970년 71개교에서 시작하여 2012년 189개로 꾸준히 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 1970년대 이래 교육통계연감이 제공되기 시작한 1999년까지 숫자상으로 전문대 우위가 계속되다가, 2000년 이후 역전되어 그 차이가 점점 커지고 있다. 2009년 전문대학을 포함한 부실 사립대학 30여개를 퇴출시킬 예정이라고 발표(서울경제신문, 2009. 6. 24) 한 이후, 교육정보 공시제도와 기관평가인증제도의 도입 등의 지속적인 대학구조조정 노력이 계속되고 있는 가운데서도 이러한 현상이 계속되고 있음을 감안할 때 학령인구의 감소 및 경쟁 심화에 따른 피해는 특히 전문대에 집중되고 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 이러한 현상의 원인으로는 전문대학의 4년제 전환, 4년제 대학의 전문대 교육 영역 진출, 교육 당국의 4년제 대학 중심 정책 수립 및 4년제 대학 교수 중심의 정책 심의 조직 구성 등이 중요한 요인으로 제기되고 있다.



Source : 교육통계서비스(<http://cesi.kedi.re.kr>) 자료 편집.

Figure 1. Trend chart of total number of colleges and universities in Korea

대학의 효율성에 관한 연구는 1990년대 이후 국내/외에서 수행되고 있는데, 대학은 일반기업이라기 보다는 공공기관의 성격이 강하기 때문에 대학의 효율성에 관한 연구는 대개가 DEA(Data Envelopment Analysis) 기법을 활용하고 있다. 즉 공공기관의 경우 수익을 목표로 하는 일반 기업과는 달리 공통적으로 적용할 수 있는 성과측정지표가 존재할 수 없다는 특징이 있다. 더욱이 대학의 경우는 다양한 성격의 계열이나 학과로 구성되어 있어 공통된 성과측정지표의 선정이 더욱 어렵다. 따라서 대학을 비롯한 공공기관의 성과 측정에는 투입요소와 산출요소 간의 효율성을 측정하는 방법이 활용된다. 대학 효율성에 대한 연구는 주로 4년제 대학을 중심으로 진행되었는데, CCR 모형과 BCC 모형이 다양하게 적용되었다. 선행연구의 투입요소는 대체로 대학운영에 필요한 비용요소(운영

비, 기자재비, 인건비 등)와 이를 수행하는 인적 요소(교수 수, 직원 수 등), 활동 수행에 기반이 되는 학원자산요소(교지확보율, 교사확보율 등) 및 1차적 성과요소(학부생 수, 연구비 등) 등이 활용되었음을 확인할 수 있었다. 산출요소로는 현재 운영상황을 나타내는 운영모형(학부생 수, 대학원생 수 등), 졸업생을 중심으로 하는 성과모형(졸업생 수, 취업자 수, 논문 수 등), 교육모형(학생 보유율, 학위수여자 수 등), 연구모형(연구

비, 연구실적 등)과 수익모형(해외등록금 납입자수 등) 등이 사용되었다. 한편 대학평가에 이러한 직접적인 요소 외에 유형성, 신뢰성 등의 간접적 요소를 적용한 사례도 있는데, Kwon *et al.*(2010)의 연구에서는 KS-SQI(service quality index)를 기반으로 한 자료포락분석 모형을 수도권 대학과 지방대학의 평가에 활용하였다. 다음의 <Table 1>은 사전연구의 연구대상과 사용된 투입요소, 산출요소를 정리한 것이다.

**Table 1.** Input and output variables in previous studies using DEA

연구자	연구 대상	투입 요소	산출 요소
Tomkins and Green(1988)	미국 대학교	전임교수 수, 직원 수, 교수인건비, 직원인건비	재학생수, 대학원생수, 연구용역수입, 연구논문 수, 저서 수
Ahn <i>et al.</i> (1989)	텍사스 주 내의 대학교	교육서비스, 교육과 연구서비스, 연방정부와 개인연구기관의 서비스	학부 학생 수, 전체 학점 수, 대학원생 수, 연구지원금
Sinuany-Stern <i>et al.</i> (1994)	이스라엘 Ben-Gurion Univ.의 학과	운영비용, 교수 급여	연구비, 연구논문, 졸업 학생수, 학과 수업시간
Johnes(1996)	영국대학교	취업률, 학위 취득률, 중퇴율	대학지원 기관 선정 연구 분야의 순위
Athanassopoulos and Shale(1997)	45개 영국 교육기관	교육비, 연구비(비용) 학부생 수, 대학원생 수, 교육지원 수, 연구비, 3년간 A-level 점수 평균, 도서관과 컴퓨터 서비스 비용(성과)	졸업생 수, 고학위자 수, 가중연구 순위
Avkiran(2001)	36개 호주 대학	교육직원 수, 비 교육 직원 수	학부생 수, 대학원생 수, 연구 비용, 학생 보유율, 학생 보급률, 졸업한 Full-time 근무자 비율, 해외 등록금 납입자 수, 비 해외 등록금 납입자 수
Abbott and Doucouliagos (2003)	36개 호주 국립대학	교육직원 수, 비 교육 직원 수, 인건비 제외한 총 지출액, 비유동자산 가치	전일제 학생 수, 학부생/대학원생의 학위 수여자 수(이상 교육 모형) 연구 지원비, 외부 연구비, 연구 지출비(이상 연구모형)
Agha <i>et al.</i> (2011)	Islamic Univ. in Gaza(IUG)의 30개 학과	운영비용, 학점 수, 직원 수	졸업생 수, 승진자 수, 공공서비스 행위
Kwak(1993)	20개 국립 종합대	직원 수, 시설연면적, 장서 수	이용자수, 대출 책 수
Choi <i>et al.</i> (1999)	인문사회계열 국내 18개 대학	교수 수, 교내연구비, 교외연구비	학회발표 논문, 대학논문집 논문, 저서, 역서
Ahn <i>et al.</i> (1998)	병원과 공대 중심 77개 대학교	교수 수, 직원 수, 운영비, 기자재비, 인건비	학부학생수, 대학원생수, 취업자 수, 논문 수, 연구비
Choi and Sohn (1999)	연세대 공대 14개 학과	운용면적, 전임교수	연구논문, 수주연구비, 순수취업률, 대학원진학률
Kim <i>et al.</i> (2000)	수도권 8개 대학교	교수 인건비, 건물단위당 관리비, 연구비, 교직원수, 장서 수, 도서관 연면적	취업률, 대학교육에 대한 의견, 학위 별 학생수, 저/역서 수, 논문 수, 총 학점 수, 공공서비스
Na and Kim(2005)	OECD 15개 국가	학생 100명당 교수, 공립대학 비중, 학생당 교육비, GDP 대비 공공교육비, 교직원 인건비 비중, 교수당 연구개발예산	대졸자 취업률, 고등교육 이수율, 대학교육 만족도, 교수당 SCI/SSCI 논문 수, 논문당 피인용 횟수
Youn and Park(2006)	13개 단과대학	대학별 행정직원 수, 교육연구경비	대학별 졸업자 수, 연구실적
Mo(2006)	16개 지역 전문대학	지역별 대학 수, 교수 수, 직원 수	입학생 수
Lee(2009)	134개 사립대학교	교지 확보율, 교사 확보율, 교원 확보율, 학생 1인당 직원 수, 전임교원 1인당 연구비	신입생 충원율, 재학생 충원율, 중도탈락 학생비율, 순수 취업률, 전임교원 1인당 연구실적
Choi and Kang(2010)	대전/충청지역 대학	교수 수, 예산, 교사 면적(전문대는 교사면적 제외)	취업자 수, 연구실적(전문대는 연구실적 제외)
Kwon <i>et al.</i> (2010)	수도권대학과 지방대학 비교	유형성, 신뢰성, 응답성, 공감성, 혁신성(서비스품질효율성) 보수, 관리운영비, 연구학생경비, 교육 외 비용(운영효율성)	만족, 재이용, 구전(서비스 품질효율성) 취업자, 진학자, 학술지(운영효율성)

대학 효율성에 관한 대부분의 연구는 대학들 간의 효율성 평가에 집중되고 있다. 이러한 연구들은 주로 일률적인 결과 위주의 대학평가에 문제를 제기하며, 효율성 중심의 성과평가를 대안으로 제시하며 DEA를 활용한 평가를 수행하였다. 한편 치열한 대학생존경쟁에서 살아남기 위해서는 대학 간의 효율성 평가도 중요하지만, 대학 내의 가장 중요한 구성요소인 계열이나 학과의 효율성 제고가 중요한 문제가 될 것이다. 현실적으로 대학이 보유하고 있는 자원이나 역량은 한정되어 있으며, 이러한 제약은 생존경쟁에 불리한 위치에 처해있는 대학일수록 더욱 심각한 것이 현실이다. 따라서 개별 계열이나 학과가 최대의 성과를 발휘하는 것이 생존에 가장 시급한 요소가 된다. 그러나 대학 내 계열이나 학과는 고유 특성이 다양하고 대학 당국으로부터 지원받거나 보유하고 있는 자원이 달라 성취할 수 있는 성과의 한계가 다르기 때문에, 동일한 목표를 설정하고 그 결과를 동일하게 평가하는 것은 적절하지 못하다. 따라서 대학 내 계열이나 학과의 성과 측정은 투입요소를 상대적으로 얼마나 효율적으로 활용하여 산출요소를 얻었는가를 평가함이 적절할 것이다.

그러나 대학 내 구성요소인 단과대학이나 학과의 효율성을 평가한 사례나 전문대학을 대상으로 하는 연구는 상대적으로 드물었다. Sinuany-Stern *et al.*(1994)은 이스라엘의 한 대학에서 비용관점의 투입요소와 주로 연구성과에 대한 효율성에 대한 연구를 수행하였으며, Agha *et al.*(2011)은 팔레스타인 지역 가자 지구 대학의 사회적 기여 중심의 효율성에 대한 연구를 수행하였다. 국내의 연구로는 Choi and Sohn(1999)의 연세대학교 공과대학 내의 14개 학과를 대상으로 효율성 평가를 수행한 것이 대표적이다. 그러나 이 연구에서는 평가대상(DMU)의 숫자에 비하여 투입요소와 산출요소의 숫자가 많아 효율적이라고 평가되는 DMU의 숫자가 상대적으로 많게 된다는 문제점이 있었다. Youn and Park(2006)는 서울지역 A 대학의 13개 단과대학을 대상으로 효율성 평가를 시행하였는데, 교육과 연구 부문에 한정되어 평가가 수행되었다는 한계가 있었다.

우리나라의 전문대학은 이미 초과공급 상태에 이르고 있으며, 신입생 유치를 위하여 4년제 대학은 물론 같은 전문대학끼리도 사활을 건 전투를 치르고 있다. 전문대학에서도 수도권이 아닌 지방소재 전문대학, 특히 중소도시의 전문대학은 이미 심각한 상황에 처해 있으며, 이러한 상황에서 전문대학의 교수와 직원 수가 증가하고 있어 문제의 심각성이 더해지고 있는 현실이다. Mo(2006)는 우리나라를 광역자치단체 별 16개 지역으로 구분하고, 지역별 대학 수, 교수 수, 직원 수를 투입요소로 입학생 수를 산출요소로 선정하여 2003년에서 2005년까지의 효율성 평가를 진행하였다. 전국적으로 2003년에서 2005년까지 기술효율성, 순수기술효율성 및 규모효율성에서 완전효율을 보이고 있는 지역은 인천, 대전, 경기도에 불과하였으며, 대부분의 지역에서 상당한 규모로 대학 수를 감축해야 하며 비 수도권 광역자치단체에서 그 폭이 훨씬 크게 나타났다. 또한 우리나라 모든 지역에서 전문대학의 비효율성은

2004년도에 크게 증가한 후 2005년도에 비효율이 커지고 있으며, 이러한 비효율의 주된 원인이 규모의 비효율이라기보다는 운영의 비효율임을 확인하였다. 결과적으로 입학자원의 증가가 예상되지 않는 현실에서 지방소재 전문대학들의 좀 더 적극적으로 과감한 구조조정이 이루어져야 함을 의미한다. 한편 Choi and Kang(2010)은 대전, 충남/북 지역의 4년제 사립대와 전문대에 대한 효율성을 평가하는 연구를 수행하였다. 4년제 대학의 경우는 노동관련 요소(교수 수), 자본관련 요소(예산) 및 물적관련 요소(교사면적)를 투입요소로 하고, 취업자 수와 연구실적을 산출요소로 활용하였다. 또한 전문대학의 경우에는 물적관련 요소(교사면적)와 연구실적을 투입요소와 산출요소에서 배제하였다. 사용된 산출요소는 정부의 부실대학선정 항목요소에 포함되어 있었는데, 해당연구에서 하위권으로 평가된 대학들이 2011년 발표된 재정지원 제한대학에 포함되어 있음(서울신문, 2011. 9. 5)은 주지할 만하다.

### 3. 성과평가를 위한 투입요소와 출력요소의 선정

대학의 성과를 측정하는 지표로는 필요에 따라 다양한 항목들이 사용되고 있으며, 이를 달성하기 위해 투입되는 요소의 종류도 매우 다양하다. 그러나 실제 DEA를 활용한 성과평가에 사용될 투입/산출요소의 숫자를 무한정 늘려갈 수는 없다. DEA에서 사용될 투입/산출 요소의 숫자에 대하여 Banker *et al.*(1984)은 의사결정의 대상이 되는 평가대상 조직의 수는 투입요소와 산출요소의 수를 합한 것보다 3배 이상이 되어야 한다고 하였으며, Boussofiane *et al.*(1991)은 평가대상 조직의 수는 투입요소와 산출요소의 곱보다 커야 한다는 경험적 규칙을 제안한 바 있다. 이와 같이 DEA의 활용에는 투입요소와 산출요소의 선정에 숫자의 제약이 있어 신중해야 한다. 또한 선정된 입/출력 요소의 정제 방법 또한 결과에 영향을 미치게 된다. 사용될 데이터의 성격이 계량값이나 비율값이냐에 따라서 분석 결과가 달라질 수도 있다. 앞에서 언급한 연구사례에서도 확인할 수 있듯이, 많은 연구들에서 계량값과 비율값을 필요에 따라 다양하게 활용하고 있으며 경우에 따라 혼용하는 경우도 존재하고 있다. 그러나 Kim and Choi(2005)은 투입요소와 산출요소의 분석단위는 통일해야 하며, 비율값을 활용하는 것은 자제하는 것이 적절함을 밝힌바 있다. 또한 투입요소와 산출요소는 DEA 모델의 특성 상 망대특성치를 활용하는 것이 적절할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 망대특성을 가지는 계량값으로 투입요소와 산출요소를 선정하고, 이에 대한 효율성을 평가하도록 한다.

본 연구에서는 전문대학의 계열이나 학과의 효율성을 보다 총괄적으로 평가하기 위하여 <Table 1>에 요약한 다양한 투입요소와 산출요소를 참조하여 학과 간 성과 평가에 사용할 요소들의 후보군을 선정하였다. <Table 1>에서 요약된 투입요소는 대체로 인적요소(교수 수나 직원 수 등), 자산요소(시설 연

면적, 장서 수, 도서관 연면적, 비유동자산 가치 등), 비용요소(교내/외 연구비, 인건비, 관리비, 기자재 등)와 서비스요소 등으로 분류할 수 있었다. 또한 출력요소는 교육성과(졸업생 수, 취업률, 재학생 수 등)나 연구성과(연구용역 수입, 연구논문 수, 논문당 피인용 횟수 등), 서비스성과(만족도 등) 등으로 분류할 수 있었다. 본 연구에서는 기존연구에서 활용되어 온 투입/산출요소의 유형에 효율성 평가의 시의성을 제고하기 위해, 교육과학기술부가 주관하고 한국전문대학교육협의회에서 시행하고 있는 전문대학기관평가 인증기준의 정량지표를 반영하였다. 특히 기관평가에 활용되는 정량지표 중 신입생 충원, 재학생 충원, 교원의 확보, 교육비의 환원 및 장학금 등은 특별히 필수 평가요소로 지정되어 있으며, 절대적 요구수준을 제기하고 있어 본 연구에서는 중요한 요소로 활용하였다. 본 연구에서는 필수 평가요소를 가급적 입/출력 요소로 활용하고자 하였으나, 교원의 확보 및 교육비의 환원, 장학금 등은 학교 전반적 정책에 관련된 내용으로 개별학과 평가에 활용하기에는 적절하지 않은 것으로 판단되어 배제하였다. 다음의 <Table 2>는 전문대학기관평가 인증에서 활용하고 있는 전체 지표들 중 정성적 지표가 아닌, 22개 정량지표의 평가항목

과 내용을 정리한 것이다.

DEA를 통한 대학평가에 대한 유관연구 결과<Table 1>와 기관평가 인증의 정량평가요소<Table 2>를 참조하여, 본 연구에서는 <Figure 2>와 같은 과정을 통하여 인적 요소, 자산요소, 비용요소 및 성과모형, 연구모형 등으로 구분하고 전체 8개의 항목을 정의하였다. 앞의 <Table 1>에서 살펴 본 바와 같이, 대학평가에 사용된 투입요소는 대체로 인적요소(교수 수, 직원 수 등)나 비용요소(인건비, 운영비 등), 물리적요소(면적, 장서 등) 등으로 분류할 수 있었다. 반면 산출요소의 경우는 교육성과(재학생 수, 졸업생 수, 진학생 수, 취업자 수 등), 연구성과(연구비, 연구논문/저서 수 등) 및 외부평가(평가 순위, 평판 등) 등으로 요약할 수 있었다. 물론 비슷한 지표라고하더라도 연구에 따라 실제 적용에는 연구의 특성에 따라 조금씩 다른 지표가 활용(예로 재학생 수는 학부 학생의 수와 대학원 학생의 수로 분리하여 활용하는 경우나 해외 등록금 납입자 수와 비해외 등록금 납입자 수로 분리하여 활용하는 경우 등으로 구분할 수 있다)되고 있었으며, 동일한 특성을 가지는 요소라도 비율값으로 표현하는 경우와 정량값으로 표현하는 경우(예로 취업자 수와 취업률 등) 등의 차이는 존재하고 있다. 기관인증

Table 2. Quantitative indices based on accreditation handbook

기준	세부기준	평가요소	산출근거
2. 교육	2.1 교육과정	2.1.4 현장중심 전공교육	
	2.2 교수/학습	2.2.1 교수/학습지원	강좌당 학생수(단위 : 명)
	2.3 학사관리	2.3.3 성적평가의 신뢰성	성적분포비율(단위 : %)
	2.4 교육성과	2.4.1 졸업생 취업(률)	건강보험 DB 연계 취업률(%)
		2.4.2 교육만족도	설문조사 결과
		2.4.3 신입생 충원(율)	3개년 평균 신입생 충원율(%)
2.4.4 재학생 충원(율)		3개년 평균 재학생 충원율(%)	
3. 산학협력	3.1 산학협력 교육활동	3.1.1 산학협력활동 지원체제	
		3.1.2 산학협력 성과와 개선	
	3.3 현장실습	3.3.1 현장실습교육 지원체제	
		3.3.2 현장실습교육 프로그램 평가 및 개선	
5. 교원	5.1 교원의 선발과 평가	5.1.2 교원의 확보	전임교원확보율(%)
	5.2 교원의 역량개발 및 복지	5.2.2 교원의 급여 및 복지	교원급여비교(%)
	5.3 교원의 교육 및 연구	5.3.1 교육활동	주당수업시간(시간)
5.3.2 교원 연구실적		연구실적(건)	
6. 도서관 및 정보자원	6.1 도서관 및 정보자원 지원체제	6.1.2 도서관과 정보자원에 대한 재정지원	학생 1인당 자료구입비(천원)
7. 경영 및 재정	7.2 직원	7.2.1 지원규모의 적정성	대학규모별 직원 수(명)
		7.2.3 직원의 급여/복지 및 역량 개발	등록금 대비 직원인건비 비율
	7.4 재정운영의 합리성과 투명성	7.4.1 교육비의 환원	등록금 대비 교육비 환원율(%)
		7.4.2 장학금	등록금 대비 장학금 비율(%)
8. 교육시설 및 지원	8.2 교육 및 복지시설	8.2.1 교사시설의 확보	교사확보율(%)
	8.3 실험실습 기자재 및 재료	8.3.1 실험실습 기자재 및 재료의 지원	학생 1인당 실험/실습비(천원)

Source : 대학알리미(<http://academyinfo.go.kr/>), KAVE(2012), Korean Council for University College Education(2011)을 재정리.

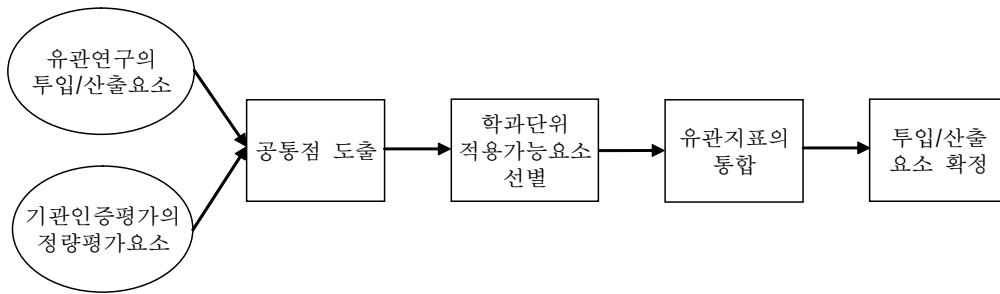


Figure 2. Procedure of determining input/output variables

평가에서 활용되는 정량평가요소들은 주로 대학의 성과를 측정하는 지표로 산출요소의 성격을 가지고 있는데, 교육 및 산학협력, 교원, 도서관 및 정보자원, 경영 및 재정, 교육시설 등의 영역에서 다양한 지표들이 활용되고 있었다. 기관인증평가의 정량평가요소들은 대체로 상대비교가 가능하도록 절대값보다는 비율이나 단위당 숫자(예로 강좌당 학생 수 등)로 지표를 선정하였다는 특징이 있었다.

본 연구에서 활용하게 될 투입/산출요소의 선정에서 참고한 사례(유관연구 사례나 기관인증평가 기준)들은 대체로 학과단위의 효율을 평가하기 위한 목적으로 투입/산출 요소들을 정의하였기 때문에 일부 지표들은 학과별 효율 성과평가에 활용하기 어려운 지표들이 존재하고 있다. 도서관 평가에 사용된 요소들이나 등록금, 교사시설, 직원 수 등의 요소들은 학과의 효율성 평가에 사용할 수 없는 대표적인 사례라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 유관연구 사례나 기관인증평가 기준에서 공통적으로 활용한 투입/산출 요소들을 가급적 그대로 활용하되, 학과단위의 평가에 적절하다고 판단되는 항목들을 선별하여 연구에 활용하고자 한다. 즉 투입요소는 인적 요소와 자산요소, 비용요소 등으로 구분하고, 세부항목으로는 학과별 전임교수 숫자, 점유 면적, 실험실습비 등의 항목을 선정하였다. 출력요소는 일반적인 교육성과 관점의 항목으로 입학생 수(혹은 신입생 충원율), 재학생 수(혹은 재학생 충원율), 졸업자 수, 취업자 수(혹은 취업율) 등의 지표를 사용하기로 하였

으며, 연구성과의 관점에서 논문실적과 저서, 수주연구비를 사용하기로 하였다. 그러나 DEA에서는 투입/산출요소의 숫자가 증가하게 되면 평가결과 완전효율을 보이는 DMU의 숫자가 증가하는 특성을 보이게 되므로, 가급적 그 숫자를 줄이는 것이 평가 목적에 부합하게 된다. 또한 본 연구의 대상이 되는 대학의 경우 2년제~4년제의 다양한 학제가 존재하고 있으므로, 일부 지표들의 경우는 그대로 적용하기 어려운 경우가 존재하게 된다(재학생 수의 경우는 2년제와 4년제의 일반 비교가 적절치 않다). 따라서 본 연구에서는 이러한 특성들을 가급적 유지하되, 투입/산출 요소들을 조금 수정하여 연구에 활용하고자 한다. 재학생 수(재학생 충원율)의 경우는 결과적으로 졸업생 수와 유사한 특성을 가지는 것으로 판단되어, 졸업생 수로 통합하여 연구에 활용하기로 하였다. 또한 전문대학의 경우 편입 또한 취업과 마찬가지로 졸업생이 택할 수 있는 정상적인 진로라고 판단되어, 취업자 수(취업율)와 통합하여 취업자/편입자 수로 활용하기로 하였다. 같은 맥락에서 논문실적과 저서 실적 또한 연구실적으로 통합하기로 하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 본 연구에서 활용될 투입요소와 산출요소는 다음의 <Table 3>과 같이 정리된다. 본 연구에 사용되는 투입요소와 출력요소는 모두 8가지로, 전체 DMU 숫자의 1/3 이하이며 투입요소와 출력요소의 수의 곱 또한 전체 DMU수보다 작아 앞에서 언급한 평가요소 선정의 제약을 충족하게 된다. 또한 평가요소 선정과정에서 분석의 용이성을 제고하기 위하

Table 3. Selected input/output variables to measure relative efficiency for academic departments in a college

유형	유형구분	평가요소	내용
투입요소	인적 요소	교수 수 <sup>1)</sup>	전임강사 이상의 전임교원 숫자
	자산요소	점유면적	학교 전체 공유면적을 제외한 학과별 실험실 등
	비용요소	실험실습비	계열/학과 용도로 지급되는 실험실습비
산출요소	교육성과	입학생 수 <sup>1)</sup>	정원에 포함되는 입학생의 수
		졸업생 수 <sup>1)</sup>	해당년도 졸업자 수
	연구성과	취업/편입자 수 <sup>1)</sup>	건강보험가입자와 편입자 <sup>2)</sup>
		연구실적 <sup>1)</sup>	논문에 게재한 논문실적 <sup>3)</sup> 과 특허, 저/역서의 단순집계
		수주 연구비 <sup>1)</sup>	교내/외를 막론한 연구비 수주금액

1) 대학알리미(<http://academyinfo.go.kr>)의 2011년 자료를 인용.

2) 건강보험에 등록된 순수 취업자로 분석시점에는 농업인 확인서, 자영업자 등의 인력은 취업자로 분류되지 않았음.

3) 전문대학기관인증에서는 논문의 등급(SCIE, 학술진흥재단등재(후보)지, 기타 학술지)에 따른 분류 없음.



여, 망대특성을 가지는 계량값의 형태를 띠도록 고려하였다. 또한 기관인증평가 지표의 학생 1인당 실험/실습비 등과 같이 학생 단위당 숫자로 정의되어 있는 지표는 학과 단위의 실험/실습비로 변환하여 연구에 활용하였다. 또한 취업자 숫자에는 전문대학 기관인증 기준에 따르면 농업인 확인서나 자영업자 등의 내용을 포함하여야 할 것이나, 분석대상 자료로 활용한 2011년 시점에는 이러한 분류가 포함되어 있지 않아 건강보험 가입자만을 집계한 자료를 활용하였다. 연구실적의 경우 일반적인 방식에서는 게재 논문의 등급 분류에 따라 가중치를 다르게 주어 가중 합을 구하는 방식이 일반적이나, 기관인증평가에서는 논문의 등급을 따지지 않고 기여율만을 반영한 단순합계를 구하는 방식을 취하고 있어 본 연구에서도 발표논문과 저/역서, 특허실적을 합계한 수치를 사용하기로 한다.

#### 4. 대학내 계열/학과의 효율성 평가

##### 4.1 효율성 분석을 위한 자료의 취합

평가 대상이 되는 대학에는 모두 32개의 계열/학과가 있었으나, 폐과된 1개과와 신설된 1개과를 제외한 전체 30개 계열/학과를 분석대상으로 선정하였다. 또한 전공분야 세분화로 모집단위와 졸업단위가 불일치하는 경우는 모집단위로 데이터를 취합하여 분석을 진행한다. 평가를 위해 취합된 자료는 다음의 <Table 4>와 같다. 분석에 사용된 데이터는 대학알리미(<http://academyinfo.go.kr>)의 2011년 자료를 활용하고, 점유면적과 실험실습비는 대학내부에서 별도 취합하였으나 대학의 요청에 따라 실제 분석에 사용된 정확한 값이 아닌 최소값을 기준으로 산정된 상대값만을 공개하기로 한다.

Table 4. Input/output variables data for evaluating DMUs

(단위 : 명, 천원,  $m^2$ , 편)  
\* 제어불능변수

학과	투입요소			산출요소				
	인적 요소	자산요소	비용요소	교육성과			연구성과	
	교수 수*	점유면적	실험실습비	입학생수*	졸업생수	취업/편입자수	연구실적	수주연구비
DMU01	20	31	72	170	188	127	11.7	0
DMU02	2	14	17	100	51	23	4.1	1,300
DMU03	1	2	26	45	25	7	1.0	30,000
DMU04	3	5	23	40	23	11	1.0	2,000
DMU05	3	5	6	90	81	42	2.0	0
DMU06	2	4	26	50	22	18	1.2	10,000
DMU07	2	4	22	40	15	7	1.2	0
DMU08	3	2	4	40	33	19	4.6	100,000
DMU09	1	3	22	45	36	26	1.0	0
DMU10	5	2	1	110	96	45	6.6	52,000
DMU11	2	2	14	40	30	13	0.0	0
DMU12	3	1	10	40	24	12	0.0	0
DMU13	3	4	60	60	24	13	0.8	169,454
DMU14	1	9	39	40	27	12	1.0	0
DMU15	5	13	89	120	82	41	1.5	0
DMU16	3	5	43	45	25	15	5.5	0
DMU17	2	3	13	40	40	26	2.0	0
DMU18	2	4	24	40	24	10	1.0	0
DMU19	6	11	21	64	61	54	5.2	0
DMU20	3	14	30	45	35	10	0.0	0
DMU21	2	2	14	60	77	52	4.5	0
DMU22	4	7	70	40	39	27	4.1	0
DMU23	1	6	34	40	36	19	0.6	0
DMU24	3	4	25	40	20	7	2.0	2,000
DMU25	1	1	6	40	23	9	0.0	0
DMU26	3	3	24	40	17	6	1.0	0
DMU27	3	4	17	40	20	12	2.2	0
DMU28	7	13	136	200	139	35	7.9	0
DMU29	2	10	50	80	58	25	0.0	0
DMU30	8	26	35	160	82	41	0.0	0

4.2 효율성 분석

<Table 5>에 요약한 바와 같이 분석결과 전체 30개 대상 DMU 들 가운데 규모수익불변 가정에 기반하는 CCR 모델의 경우 상대적 완전효율을 보이는 DMU는 9개이며, 규모수익의 변화를 가정하는 BCC 모델의 경우는 보다 많아서 16개로 분석되었다. 규모에 따라 수익이 가변적일 수 있다는 가정을 적용하는 BCC 모델의 경우 CCR 모델보다 완전효율로 판단하는 DMU의 숫자가 증가하는 것은 일반적인 현상이라고 할 수 있다. 경우에 따라 완전효율을 보이는 DMU들 간의 순위를 평가할 필요가 발생할 수도 있는데, 일반적인 CCR이나 BCC의 경우 완전효율을 보이는 DMU들의 순위 평가가 불가능하다. 이러한 경우 DEA/AP를 활용한 초효율을 평가하는데, BCC 모델의 경우 무한대로 발산하는 경우가 발생할 수 있음은 앞에서 언급한 바와 같다. 따라서 본 연구에서는 CCR 기반의 DEA/AP를 사용하여 초효율을 산출하고, 초효율에 따라 DMU들 간의 순위를 결정하도록 한다.

입력지향 모형 기반의 CCR을 통해 산출한 기술효율성(TE; Technical Efficiency)과 BCC를 통해 산출한 순수기술효율성(PTE; Pure Technical Efficiency)을 산출하고, 둘 사이에서 규모의 효율성(SE; Scale Efficiency)을 계산한 결과를 다음의 <Table 6>에 제시하였다. 분석결과, DMU10이 가장 높은 효율을 보였으며 DMU08, DMU21 및 DMU13이 그 뒤를 이었다. CCR 분석으로는 매우 낮은 효율을 보이던 DMU01이나 DMU30의 경우 BCC 분석에서는 완전효율을 보이는 것을 확인할 수 있다. 이

는 해당 DMU의 비효율이 주로 규모의 비효율에 기인한 것이라고 할 수 있다.

입력지향형 효율성 분석결과에 따라 비효율적이라고 판명된 DMU의 효율을 높이기 위해서는 투입요소를 줄이는 것이 일반적인 방법이 될 것이다. 그러나 단기적인 효율제고에는 투입요소의 절감이 적절할 수 있겠으나, 장기적인 관점에서는 주어진 투입요소를 최대한 활용하여 성과를 향상하는 것이 적절하다. 유사한 평가요소를 활용한 이전 연구에서 본 연구의 분석 대상이 속한 지역인 대전/충남 지역의 대학이 입력지향형 모델에서 완전 효율을 보이고 있음을 확인할 수 있었다 (Choi and Kang, 2010; Mo, 2006). 따라서 본 연구에서는 기존의 연구들이 주로 입력지향형 모형을 중심으로 접근한 것과는 달리 출력지향형 모델을 활용하여 효율성을 분석하였으며, 그 결과는 다음의 <Table 7>과 같다. 출력지향형 모형의 경우 완전효율의 출력 값을 평가대상 DMU의 출력 값으로 나눈 값으로 정의되어, 1보다 큰 경우가 비효율적인 DMU로 평가된다 (Bogetoft and Otto, 2011). CCR 모형의 경우 규모불변을 가정하고 있기 때문에, 효율성 값은 입력지향형 모형의 효율성의 역수와 그 값이 같고 나머지 분석결과는 입력지향형 모델과 동일하다.

4.2 완전효율을 위한 적정 출력 수준의 결정

비효율 DMU를 완전효율로 전환하기 위한 출력요소의 목표 수준 제시에는 통제불능(Non-discretionary) 출력요소의 목표수

Table 5. Summary results after running various DEA models

	규모수익고정(CCR, CRS) 모델	규모수익가변(BCC, VRS) 모델
입력 지향형	Summary of efficiencies The technology is crs and input orientated efficiency Number of firms with efficiency==1 are 9 Mean efficiency : 0.702 --- Eff range      #      % 0.3<= E <0.4    5 16.7 0.4<= E <0.5    3 10.0 0.5<= E <0.6    6 20.0 0.6<= E <0.7    1 3.3 0.7<= E <0.8    2 6.7 0.8<= E <0.9    3 10.0 0.9<= E <1      1 3.3 E ==1            9 30.0 Min. 1st Qu.    Median      Mean 3rd Qu.    Max. 0.3451 0.4989 0.6769 0.7019 1.0000 1.0000	Summary of efficiencies The technology is vrs and input orientated efficiency Number of firms with efficiency==1 are 16 Mean efficiency : 0.803 --- Eff range      #      % 0.3<= E <0.4    2 6.7 0.4<= E <0.5    3 10.0 0.5<= E <0.6    4 13.3 0.6<= E <0.7    2 6.7 0.7<= E <0.8    2 6.7 0.8<= E <0.9    0 0.0 0.9<= E <1      1 3.3 E ==1            16 53.3 Min. 1st Qu.    Median      Mean 3rd Qu.    Max. 0.3890 0.5751 1.0000 0.8031 1.0000 1.0000
출력 지향형	Summary of efficiencies The technology is crs and output orientated efficiency Number of firms with efficiency==1 are 9 Mean efficiency : 1.65 --- Eff range      #      % F ==1            9 30.0 1< F <=1.1      10 33.3 1.1< F <=1.2    2 6.7 1.2< F <=1.3    1 3.3 1.3< F <=1.5    2 6.7 1.5< F <= 2      7 23.3 2< F <= 5        8 26.7 Min. 1st Qu.    Median      Mean 3rd Qu.    Max. 1.000 1.000 1.485 1.645 2.005 2.897	Summary of efficiencies The technology is vrs and output orientated efficiency Number of firms with efficiency==1 are 16 Mean efficiency : 1.33 --- Eff range      #      % F ==1            16 53.3 1< F <=1.1      17 56.7 1.1< F <=1.2    2 6.7 1.2< F <=1.3    0 0.0 1.3< F <=1.5    2 6.7 1.5< F <= 2      4 13.3 2< F <= 5        5 16.7 Min. 1st Qu.    Median      Mean 3rd Qu.    Max. 1.000 1.000 1.000 1.333 1.617 2.306

Table 6. Result of input-oriented DEA and super-efficiencies for academic departments

계열/학과	DEA/AP(CCR/AP)		CCR		BCC		종합
	초효율	Rank	TE	참조수	PTE	참조수	SE
DMU10	10.20584	1	1.00000	5	1.00000	2	1.00000
DMU08	2.42919	2	1.00000	2	1.00000	2	1.00000
DMU21	2.15819	3	1.00000	17	1.00000	15	1.00000
DMU13	1.69454	4	1.00000	1	1.00000	1	1.00000
DMU02	1.43338	5	1.00000	15	1.00000	5	1.00000
DMU25	1.35071	6	1.00000	13	1.00000	11	1.00000
DMU03	1.31271	7	1.00000	9	1.00000	5	1.00000
DMU09	1.22577	8	1.00000	8	1.00000	13	1.00000
DMU05	1.16370	9	1.00000	5	1.00000	1	1.00000
DMU23	0.98084	10	0.98084		1.00000		0.98084
DMU29	0.86590	11	0.86590		0.94089		0.92030
DMU14	0.85057	12	0.85057		1.00000		0.85057
DMU16	0.81481	13	0.81481		1.00000	1	0.81481
DMU28	0.74964	14	0.74964		1.00000	2	0.74964
DMU12	0.72727	15	0.72727		1.00000	1	0.72727
DMU06	0.62657	16	0.62657		0.62764		0.99830
DMU17	0.59825	17	0.59825		0.72180		0.82883
DMU15	0.55212	18	0.55212		0.78462		0.70368
DMU30	0.54768	19	0.54768		1.00000	1	0.54768
DMU11	0.53599	20	0.53599		0.56001		0.95712
DMU19	0.51477	21	0.51477		0.62603		0.82228
DMU07	0.50772	22	0.50772		0.59717		0.85022
DMU18	0.49595	23	0.49595		0.56781		0.87345
DMU22	0.45556	24	0.45556		0.47143		0.96633
DMU27	0.41696	25	0.41696		0.53204		0.78370
DMU24	0.38759	26	0.38759		0.47293		0.81956
DMU20	0.36279	27	0.36279		0.38900		0.93260
DMU01	0.36238	28	0.36238		1.00000	2	0.36238
DMU26	0.35914	29	0.35914		0.39986		0.89817
DMU04	0.34515	30	0.34515		0.40221		0.85813

주) 참조수는 다른 DMU에서 해당 DMU가 참조된 횟수를 의미함.

준 정의 방법이 선결되어야 한다. 신입생 충원률이 100%인 분석대상의 경우, 출력요소 중 신입생수 항목은 변경이 불가능하다. 또한 졸업생수는 해당 년도에 복학생이 특별히 많은 경우를 제외하고는 일반적으로 신입생수를 초과할 수 없다. 또한 취업/편입생수는 졸업생수를 초과할 수 없다. 반면 연구실적이나 수주연구비 항목의 증가에는 제약이 없다. 한편 DEA를 활용한 목표수준 제시는 동일비율의 증가를 가정하게 된다. 즉 특정 비효율 DMU의 연구실적이나 수주연구비가 0일 경우 출력요소 값의 수정이 불가능하여, 목표수준의 제시는 불가능하게 된다. 그러나 본 연구대상의 비효율 DMU에는 이러한 경우가 다수 존재하고 있다는 문제가 있다. 입학생수만

을 통제불능요소로 고정하고 비효율 DMU가 완전효율을 보이기 위해 달성해야 하는 출력요소의 수준을 계산하면 다음의 <Table 8>과 같다. Table 8>에서와 같이

<Table 8>에서 확인하는 바와 같이 실제로 많은 과들의 졸업생수가 입학생수를 초과하여, 현실적으로 달성할 수 없는 목표수준이 결정됨을 알 수 있다. 이를 해결하기 위한 가장 좋은 방법은 해당 DMU에서 달성 가능한 졸업생수와 취업/편입자수에 해당하는 목표수준을 제시하는 것이다. 그러나 본 연구의 목적은 구체적 목표수준을 제시하는 것보다는, 제시방법의 유용성을 확인하는 데 있기 때문에 일괄적인 수정을 가하였다. 즉 완전효율을 보이는 DMU를 제외한 비효율 DMU의 졸업

**Table 7.** Result of output-oriented DEA and super-efficiencies for academic departments

계열/ 학과	DEA/AP(CCR/AP)		CCR			BCC		
	초효율	Rank	TE	참조수	참조조직	PTE	참조수	참조조직
DMU10	0.09798	1	1.00000	5	DMU10	1.00000	10	DMU10
DMU08	0.41166	2	1.00000	2	DMU08	1.00000	1	DMU08
DMU21	0.46335	3	1.00000	17	DMU21	1.00000	13	DMU21
DMU13	0.59013	4	1.00000	1	DMU13	1.00000	1	DMU13
DMU02	0.69765	5	1.00000	15	DMU02	1.00000	10	DMU02
DMU25	0.74035	6	1.00000	13	DMU25	1.00000	9	DMU25
DMU03	0.76178	7	1.00000	9	DMU03	1.00000	2	DMU03
DMU09	0.81581	8	1.00000	8	DMU09	1.00000	3	DMU09
DMU05	0.85933	9	1.00000	5	DMU05	1.00000	10	DMU05
DMU23	1.01953	10	1.01953		DMU09, DMU21	1.00000		DMU09
DMU29	1.15487	11	1.15487		DMU02, DMU09	1.05455		DMU02, DMU21
DMU14	1.17568	12	1.17568		DMU02, DMU09	1.00000		DMU09
DMU16	1.22727	13	1.22727		DMU21	1.00000	2	DMU16
DMU28	1.33397	14	1.33397		DMU03, DMU21, DMU25	1.00000	12	DMU28
DMU12	1.37500	15	1.37500		DMU10	1.00000	1	DMU12
DMU06	1.59599	16	1.59599		DMU02, DMU 03, DMU09, DMU21, DMU25	1.39046		DMU02, DMU03, DMU10, DMU21, DMU25, DMU28
DMU17	1.67155	17	1.67155		DMU02, DMU05, DMU21, DMU25	1.63794		DMU02, DMU05, DMU21, DMU25, DMU28
DMU15	1.81121	18	1.81121		DMU2, DMU3, DMU09, DMU25	1.11028		DMU01, DMU21, DMU28
DMU30	1.82590	19	1.82590		DMU02, DMU05, DMU25	1.00000	1	DMU10, DMU30
DMU11	1.86570	20	1.86570		DMU02, DMU09, DMU21, DMU25	1.55300		DMU05, DMU10, DMU21, DMU25, DMU28
DMU19	1.94261	21	1.94261		DMU05, DMU10, DMU21	1.18620		DMU01, DMU10, DMU21
DMU07	1.96958	22	1.96958		DMU02, DMU03, DMU21, DMU25	1.75188		DMU02, DMU05, DMU21, DMU25, DMU28
DMU18	2.01633	23	2.01633		DMU02, DMU03, DMU21, DMU25	1.75918		DMU02, DMU05, DMU21, DMU25, DMU28
DMU22	2.19512	24	2.19512		DMU21	1.45596		DMU10, DMU16, DMU21
DMU27	2.39831	25	2.39831		DMU02, DMU10, DMU21, DMU25	2.18077		DMU02, DMU05, DMU10, DMU21, DMU28
DMU24	2.58002	26	2.58002		DMU02, DMU03, DMU21, DMU25	2.19904		DMU02, DMU05, DMU10, DMU21, DMU25, DMU28
DMU20	2.75644	27	2.75645		DMU02, DMU09, DMU21	2.24918		DMU02, DMU05, DMU21, DMU28
DMU01	2.75955	28	2.75955		DMU05, DMU10, DMU21	1.00000	3	DMU01
DMU26	2.78443	29	2.78443		DMU02, DMU03, DMU21, DMU25	2.15206		DMU05, DMU10, DMU25, DMU28
DMU04	2.89729	30	2.89729		DMU02, DMU03, DMU08, DMU21, DMU25	2.30641		DMU02, DMU05, DMU10, DMU25, DMU28

생수는 입학생수와 동일하게 가정하고, 취업/편입자수는 졸업 생수의 75% 수준으로 정의하였다. 또한 <해당 DMU의 연구실 적이나 수주연구비가 0인 경우는 목표수준의 조정이 불가능 하다. 이러한 문제는 완전효율을 보이는 DMU에도 발생하는

**Table 8.** Theoretical output variables to attain full efficiency of inefficient DMUs base on output-oriented BCC model

(단위 : 명, 천원,  $m^2$ , 편)  
\* 제어불능변수

DMU	출력요소				
	입학생수*	졸업생수	취업자 편입자수	연구 실적	수주 연구비
DMU04	40	86	41	3.75	7,501
DMU06	50	52	43	2.86	23,814
DMU07	40	56	26	4.50	-
DMU11	40	77	33	-	-
DMU15	120	100	50	1.83	-
DMU17	40	76	49	3.80	-
DMU18	40	77	32	3.21	-
DMU19	64	72	64	6.17	-
DMU20	45	88	25	-	-
DMU22	40	57	39	5.97	-
DMU24	40	53	19	5.33	5,334
DMU26	40	86	30	5.08	-
DMU27	40	48	29	5.27	-
DMU29	80	64	28	-	-

데, 연구실적과 수주연구비가 모두 0인 경우는 출력요소의 값이 모두 0이 되어 기존에 완전효율을 보이는 DMU의 출력지향형 BCC 결과는 계산이 불가능하게 된다. 이를 위해 본 연구에서는 비효율 DMU의 연구실적과 수주연구비가 0인 경우, 연구실적과 수주연구비를 1과 1,000으로 수정하였다. 기존에 완전효율을 보이는 DMU의 값은 최대한 작은 값(본 연구에서는 연구실적은 0.1, 수주연구비는 1)을 할당하고 가급적 전체 효율 결과의 변화를 방지하고자 하였다. 수행결과 비효율 DMU의 연구실적, 수주연구비가 임의로 설정한 값(각 1, 1000)이 변화되지 않은 경우는 이를 원래 값인 0으로 환원하였으며, 그렇지 않은 경우는 변경된 값을 그대로 목표수준으로 반영한 데이터로 출력지향형 BCC 모델을 최종 수행한 결과 모든 DMU가 완전효율을 보임을 확인할 수 있었다. 모든 DMU가 완전효율을 보이게 될 경우의 비효율 DMU 최종 목표수준은 다음의 <Table 9>와 같다.

모든 DMU가 완전효율을 보인다는 가정아래, 분석대상 대학이 기대할 수 있는 주요 지표들의 기대치는 다음의 <Table 10>과 같다. 물론 앞에서 임의로 정의한 졸업생수나 취업자/편입자수의 목표수준을 어떻게 정의하느냐에 따라 결과가 약간 달라질 수는 있겠지만, 대체적인 방향은 비슷할 것으로 사료된다. 졸업생유지율 100%와 취업률 75%를 가정한 현재 분석 결과에 따르면, 졸업생수는 16.66% 증가하고, 취업자/편입자수는 36.65%, 연구실적은 55.37%, 수주연구비는 12.78% 증가하게 된다. 비효율 DMU의 목표수준으로 임의 정의한 졸업생유지율 100%와 취업률 75%가 매우 높은 수준임을 감안할 때, 현재 대학기관인증평가의 핵심이슈가 되고 있는 재학생유지율이나 취업률의 향상을 위해서는 추가적인 자원의 투입이 반드시 선행되어야 함을 확인할 수 있다.

**Table 9.** Adjusted output variables to attain full efficiency of inefficient DMUs considering its feasibility

(단위 : 명, 천원,  $m^2$ , 편)  
\* 제어불능변수

DMU	출력요소				
	입학생수*	졸업생수	취업자 편입자수	연구 실적	수주 연구비
DMU04	40	40	30	5.320	10,639.47
DMU06	50	50	38	3.528	29,403.79
DMU07	40	40	30	4.500	-
DMU11	40	40	30	4.386	4,386.15
DMU15	120	120	90	1.833	-
DMU17	40	40	30	4.426	1,164.04
DMU18	40	40	30	4.489	1,399.19
DMU19	64	64	48	7.013	1,136.97
DMU20	45	45	34	5.336	5,335.58
DMU22	40	40	30	6.050	1,013.50
DMU24	40	40	30	5.334	5,334.25
DMU26	40	40	30	5.327	1,048.49
DMU27	40	40	30	5.267	-
DMU29	80	80	60	-	-

**Table 10.** Key performance indices after achieving adjusted target levels

항목		수행 전	수행 후	비고
투입 요소	교수 수	106	106	투입요소 고정
	전용면적	13,851	13,851	
	실험/실습비	760,313	760,313	
출력 요소	신입생 수	2,004	2,004	통제불능 변수
	졸업생 수	1,453	1,695	16.66%
	졸업율	72.50%	84.58%	
	취업자 수	764	1,044	36.65%
	취업률	52.58%	61.59%	
	연구실적	73.700	114.509	55.37%
수주연구비	366,754	413,615.43	12.78%	

### 5. 결과의 해석 및 DMU별 성과향상 전략

비효율 DMU의 목표수준인 졸업생유지율 100%와 취업률 75%가 달성하기 쉽지 않음을 감안할 때, 분석대상 대학 계열/학과의 완전효율화를 위해서는 추가적인 자원의 투입이 선행되어야 함은 언급한 바 있다. 뿐만 아니라 앞에서 수행한 데이터 분석을 통하여 추가적인 정보를 확인할 수 있었다.

첫째, 완전효율을 보이고 있으나, 낮은 수준의 출력요소를 보이는 DMU가 존재하고 있다. DMU10, DMU13, DMU02, DMU25, DMU03 등이 해당하는데, DEA가 상대적 효율을 평가하는 도구임을 감안할 때 해당 DMU들의 투입요소 수준은 우선 증가

시킬 필요가 제기된다. 특히 DMU25의 경우 매우 낮은 수준의 출력요소를 보이고 있는데, 이는 교수 수를 비롯하여 본 논문에서 상대값으로 공개한 점유면적 등이 매우 낮기 때문으로 파악된다.

둘째, 규모효율(SE)이 매우 낮은 DMU에 대한 전략의 검토가 필요하다. CCR 모델에서는 매우 높은 효율을 보이고 있지만, BCC에서는 완전효율을 보이는 DMU 중 DMU30이나 DMU01의 경우는 규모효율이 매우 낮음을 확인할 수 있다. 이러한 DMU의 경우 계열분리 등의 규모조정을 모색함으로써 보다 나은 성과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

셋째, 분석대상의 경우 대체로 낮은 연구실적과 수주연구비로 요약될 수 있다. 이러한 환경을 감안할 때, 참조수가 가장 많은 DMU21, DMU25, DMU09는 보편적으로 참조 가능한 모델이라고 할 수 있다. DMU21은 높은 재학생유지율과 비교적 높은 취업률을 보이지만, 보통수준의 교수 수, 적은 점유면적으로 특성을 요약할 수 있다. DMU25의 경우는 매우 낮은 수준의 투입요소와 낮은 수준의 출력요소로 요약된다. DMU09는 교수 수는 작지만, 나머지 입/출력요소에서 모두 균형 잡힌 특성을 보유하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 장기적으로 연구실적과 수주연구비의 증대를 모색할 필요가 있음을 감안할 때, DMU08과 DMU13은 장기적 벤치마킹 모델로 참조할 필요가 있을 것으로 보인다. 한편 조효율 분석에서 가장 높은 효율을 보인 DMU10은 교수 수를 제외한 투입요소 수준이 매우 낮아 참조수가 매우 낮은 것으로 파악된다.

넷째, 지속적인 효율분석을 위해서는 투입요소의 실제 사용량이 아닌 예산량을 입력자료로 활용하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 효율성평가는 투입요소의 질감이 높은 성과를 나타내게 된다. 따라서 이와 같은 효율성평가가 지속적으로 수행되면, DMU들은 출력요소의 증가보다는 투입요소의 감소를 선택하는 것이 손쉬운 선택이 된다. 그러나 이러한 선택은 재학생 만족도 등의 장기적 생존 역량의 하락을 수반하게 된다. 따라서 학교 차원에서는 균형 잡힌 투입요소 배정을 모색하고, DMU들은 주어진 투입요소를 최대한 활용하여 높은 성과를 모색하는 것이 적절한 대응이 될 것이다.

## 6. 결론 및 추후 연구과제

학령인구의 감소와 교육과학기술부의 대학인증강화로 인하여, 대학의 생존경쟁은 더욱 심화되고 있다. 대학 생존경쟁의 심각도는 지방에 위치한 대학일수록 그 정도가 더욱 심하며, 전문대학의 경우는 학력 인플레이션 현상과 더불어 선호도 하락으로 더욱 불리한 형편에 처해있다. 본 연구에서는 이러한 경쟁에 효율적으로 대응하기 위하여, DEA를 활용하여 학내 구성요소인 학과 단위의 효율성을 평가하고 적절한 수준의 달성목표를 제시하고 있다. 이러한 분석에는 2011년 자료를 활용하였으며, 효율성 분석에는 입력지향형 모형과 출력지향형 모형, CCR 모형과 BCC 모형을 모두 활용하였다. 평가를 위한

입/출력요소는 대학평가의 다양한 선행연구에서 사용된 평가요소와 전문대학기관인증평가의 정량지표를 참조하여 3개의 투입요소와 5개의 출력요소가 정의되었다. CCR 모형의 경우는 9개, BCC 모형의 경우는 16개의 DMU가 완전효율을 보이는 것으로 분석되었으며, BCC 모형 분석에서 비효율을 보이는 14개 DMU에 대해서는 다단계 DEA 실행을 통하여 목표수준을 제시하였다. 또한 분석단계의 다양한 정보를 활용한 향후 개선 전략 또한 언급하였다.

그러나 본 연구에서 제시한 목표 수준은 최소 수준의 지표 값이 아니라는 한계가 있다. 즉 특정 DMU의 졸업생수가 100명이라고 할 때, 99명이라도 완전효율에 문제가 없을 수 있다는 점이다. 이는 출력요소의 Slack 분석 등을 통하여 보다 세부적으로 조정되어야 할 문제로 향후 연구과제로 남겨둔다. 본 연구의 대상이 학문을 담당하는 전공의 효율성 평가이기 때문에, 이러한 평가가 적절한가라는 문제가 존재하게 된다. 대학이나 학과의 성과가 취업률이나 재학생유지율, 연구비수주액 등의 정량적 평가대상인가라는 문제는 지금도 논란의 대상이 되고 있는 것이 사실이다. 그러나 본 연구의 평가대상이 실용성이 강조되고 있는 전문대학이고, 평가를 통한 퇴출 등의 압력이 엄연한 현실이기에 본 연구의 시도는 나름의 의미가 있다고 판단된다. 또한 대학의 사정에 따라 특정 학과에 일시적으로 비용 등의 지원이 집중되는 경우도 있다. 즉 신설 학과의 경우 교육기반 확보를 위하여 특정 연도에 투자가 집중되는 것이 일반적이라고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 특정 연도의 투입/산출 요소를 활용하여 평가를 진행하였기 때문에, 이러한 문제에 대한 고려가 수반되지 않았다. 물론 본 연구에서 분석 대상이 된 대학의 경우 이에 해당하는 학과가 존재하지 않아, 크게 문제가 되지는 않을 것으로 판단되지만 향후 지속적인 관찰과 다년도 평가를 수행하는 것이 도움이 될 것으로 판단된다.

한편 기존의 연구가 대부분 4년제 대학에 집중되어 온 것과 달리, 본 연구는 지금껏 시도되지 않았던 전문대학 내의 계열/학과의 상대적 효율성 평가를 최초로 시도하였다는 의의가 있다. 또한 다양한 관점의 투입요소와 출력요소를 대상으로 평가를 수행하였으며, 기존의 많은 연구들과는 달리 출력지향형의 분석을 수행하고 달성 가능한 수준의 구체적 목표수준을 제시하였다는 의의가 있다. 무엇보다도 본 연구는 현재 대학별로 첨예한 관심이 집중되고 있는 전문대학 기관인증평가의 정량평가항목을 반영하여, 시의적절성 측면에서 가장 큰 특징이 있다고 할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구 결과는 많은 전문대학과 운영효율을 모색하고 있는 많은 대학들에 도움이 될 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Abbott, M. and Doucouliagos, C. (2003), The efficiency of Australian universities : a data envelopment analysis, *Economics of Education Review*, 22(1), 89-97.

- Agha, S. R., Kuhail, I., Nabi, N. A., Salem, M., and Ghanim, A. (2011), Assessment of academic departments efficiency using data envelopment analysis, *Journal of Industrial Engineering and Management*, **4**(2).
- Ahn, T. S. et al. (1989), *DEA and ratio efficiency analyses for public institutions of higher learning in texas*, Greenwich, CT. : JAI Press.
- Ahn, T. S., Cho, G.-J., and Park, T.-J. (1998), Efficiency Pattern and Its Influence Factors in Korean University, *Accounting Research*, **23**(2), 183-216.
- Andersen, P. and Petersen, N. C. (1993), A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, **39**(10), 1261-1264.
- Athanassopoulos, A. D. and Shale, E. (1997), Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by the Means of Data Envelopment Analysis, *Education Economics*, **5**(2), 117-34.
- Avkiran, N. K. (2001), Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, **35**(1), 57-80.
- Bae, J. H. (2009), A CEM Project Methodology and Vector-weighted Integration Model of KPIs, PhD. Dissertation, Suwon, S. Korea : Ajou University.
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984), Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment, *Management Science*, **30**(9), 1078-1092.
- Bogetoft, P. and Otto, L. (2010), *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. Springer.
- Bousofiane, A., Dyson, R. G., and Thanassoulis, E. (1991), Applied data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, **52**(1), 1-15.
- Charnes, A. and Cooper, W. W. (1985), Preface to topics in data envelopment analysis, *Annals of Operations Research*, **2**(1), 59-94.
- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, **2**(6), 429-44.
- Choi, H. and Sohn, S. Y. (1999), Efficiency Comparison via DEA for Academic Departments in College of Engineering, *Research of Engineering Education*, **2**(1), 29-38.
- Choi, H. T. and Kang, H. J. (2010), Administrative Information Disclosure and Relative Efficiency Analysis for Universities or Colleges, *The Journal of the Korea Contents Association*, **10**(11), 371-79.
- Choi, T. S., Kim, S. H., and Kim, H. K. (1999), Use of DEA for Evaluating Efficiency of Nonprofit Organizations : Evaluation of Efficiency for University Research, *CNU Journal of Management and Economics*, **11**, 37-58.
- Coelli, T. J. (1996), A Guide to DEAP Version 2.1 : A Data Envelopment Analysis(Computer) Program, *Center for Efficiency and Productivity Analysis(CEPA) Working Papers*, Retrieved(<http://www.une.edu.au/econometrics/cepawp.htm>).
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K. (2006), *Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software*, 2nd ed. Boston : Kluwer Academic Publisher.
- Johnes, G. (1987), Research Performance Indications in the University Sector, *Higher Education Quarterly*, **42**(1), 54-71.
- Johnes, G. (1990), Measures of Research Output : University Departments of Economics in the UK, 1984 ~ 1988, *The Economic Journal*, **100**(401), 556-560.
- Johnes, J. (1996), Performance assessment in higher education in Britain, *European Journal of Operational Research*, **89**(1), 18-33.
- KAVE (2012), Accreditation Handbook. edited by J. H. Ahn. Korean Council for University College Education, Retrieved(<http://www.kave.or.kr/bo>ard/index.php?IdNo = 5&keyword = &keyfield = &Category = &in Type = &page = 0&SeqNo = 128&tag = read).
- Kim, I. J., Lee, D. K., and Song, K. C. (2000), *A Study of Measuring Effectiveness on Financial Support for University : Focused on Data Envelopment Analysis*, Seoul : Ministry of Education and Human Resources Development.
- Kim, K. W. and Choi, H. J. (2005), A Study of Considerations in Applying DEA Method : Focused on Local Administration, *Local Administration Research*, **19**(3), 213-424.
- Kim, K. W., Lee, H. Y., and Park, H.-Y. (2004), Measuring Relative Efficiency of Local Government's Field Administration, Eup and Myun, by use of DEA/AHP Model, *Local Government Research*, **8**(4), 299-317.
- Korean Council for University College Education (2011), *Education Indices of University College, 2010*, edited by Yoon, Y. S., Lee, S. J., Yoon, C. K., Korean Council for University College Education.
- Kwak, Y. J. (1993), Trend Analysis of Efficiency University Library Using DEA, *CNU Journal of Management and Economics*, **9**(1), 183-206.
- Kwon, Y. H., Kim, S. Y., and Lee, N. J. (2010), A study on the Measurement of Efficiency in University's Operation Using DEA Model : Focused on the Comparative Method of the University in the Capital and the Local Area, *Journal of Service Management*, **11**(1), 179-208.
- Lee, C. W. and Jeon, S. J. (2011), Measure the Productivity of Airports in Korea Considering Environment Factor : An Application of DEA, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **37**(4), 350-357.
- Lee, H. B. and Lee, S. H. (2001), An Exploratory Study for the Evaluation of University Efficiency through Data Envelopment Analysis, *Industry Economics Research*, **14**(2), 261-277.
- Lee, S. Y. (2009), Management Efficiency Analysis of Private University Using DEA, *Educational Administration Research*, **27**(2).
- Lim, S. (2009), A Method for Selection of Input Output Factors in DEA, *IE Interfaces*, **22**(1), 44-55.
- Mo, S. W. (2006), An Efficiency Evaluation of Junior Colleges Using DEA Model, *Industry Economics Research*, **19**(4), 1581-1595.
- Na, M. J. and Kim, M. H. (2005), International Comparison of Efficiency for University Education using DEA, *Educational Finance and Economy Research*, **14**(2).
- R Core Team (2012), *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing, Retrieved(<http://www.R-project.org/>).
- Shim, K. S. and Kim, J. Y. (2012), The Development of the DEA-AR Model using Multiple Regression Analysis and Efficiency Evaluation of Regional Corporation in Korea, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **37**(1), 29-43.
- Sinuany-Stern, Z., Mehrez, A., and Barboy, A. (1994), Academic departments efficiency via DEA, *Computers and Operations Research*, **21**(5), 543-556.
- Tomkins, C. and Green, R. (1988), An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis for Evaluating the Efficiency of UK University Departments of Accounting, *Higher Education Quarterly*, **4**(2), 147-64.
- Wilson, P. W. (2010), *FEAR : Frontier Efficiency Analysis with R*, R package version 1.15.
- Yoo, K. R. (2007), Formulation and Application of Envelopment Model in Data Envelopment Analysis for Performance Evaluation by the Theory of Duality, *Journal of the Korea Association for Policy Analysis and Evaluation*, **17**(4), 57-86.
- Youn, J. W. and Park, K. (2006), The Efficiency Analysis of Colleges Using DEA : Focused on the Case of University 'A', *Productivity Review*, **20**(4), 19-39.
- Yun, K. J. (2003), Using DEA to Measure the Public Sector Efficiency : A Review and Proposal, *Research of Governmental Studies*, **9**(2), 7-31.