

Evaluating the Operational Efficiencies of Local Universities Using DEA Approach

Kyoung Ho Choi^a · Jeong Yong Ahn^{b,1}

^aDepartment of Basic Medical Science, Jeonju University

^bDepartment of Statistics, Chonbuk National University

(Received August 8, 2012; Revised September 21, 2012; Accepted December 10, 2012)

Abstract

Data envelopment analysis is a relatively new data oriented approach to evaluate the performance of a set of peer entities called decision making units which convert multiple inputs into multiple outputs. It has been extensively applied in performance evaluation and benchmarking entities such as hospitals, universities, cities, courts, and business firms. This study provides the evaluating results of the operational efficiencies of local universities using a DEA approach. In addition, we explore the difference of the efficiency between regional flagship national universities and non-flagships.

Keywords: Data envelopment analysis, evaluating the performance, operational efficiencies, local universities.

1. 서론

현재 우리나라의 대학들은 매우 어려운 여건에 처해 있다. 외부적으로는 2001년 11월 카타르 도하에서 열린 세계무역기구(WTO) 제4차 각료회의에서 교육서비스 개방에 대한 일정이 회원국 사이에 합의됨에 따라 교육서비스 시장의 대외개방 자체는 거부할 수 없게 되었다. 교육서비스 시장의 대외개방은 우리의 교육기관이 외국의 교육기관들과 교육소비자의 수요에 부응하기 위해 경쟁을 하게 된다는 것이다 (Kim 등, 2006). 내부적으로는 1990년대 후반 일정한 기준만 충족되면 자유롭게 대학 설립을 가능하게 한 대학설립준칙주의로 인해 고등교육기관의 수는 폭발적으로 늘어난 반면, 최근 자연인구의 감소에 따라 학령인구가 급감하여 입학정원이 입학자원을 초과해 미충원 되는 대학이 빠르게 증가하고 있다. 이와 더불어 현대의 지식기반 정보화 상황에서 비롯된 산업현장의 급속한 기술발전과 직무내용 및 고용구조의 변화는 노동시장의 인력수요 구조에 대한 재편을 가져와 심각한 취업난을 부르고 있으며 대학은 생존을 위협받는 위기상황에 직면하게 되었다 (Jung, 2011).

이러한 상황 속에서 대학이 어려움을 극복하고 나아가 경쟁력을 확보하기 위한 전략을 수립하기 위해서는 현재의 운영성과를 측정하고 평가하는 작업이 선행되어야 한다. 그러나 대학과 같은 비영리조직의 경우, 매출, 이익 등과 같은 재무적 성과지표가 존재하지 않기 때문에 산출물을 계량화하기에 어려움이 많고, 이로 인해 투입요소와 산출요소 간의 함수관계를 규정하기 쉽지 않다는 제약이 있다 (Lee, 2008;

¹Corresponding author: Professor, Department of Statistics (Institute of Applied Statistics), Chonbuk National University, 664-14 Dukjin-Dong, Jeonju 561-756, Korea. E-mail: jjahn@jbnu.ac.kr

Hwang, 2000). 이러한 문제점을 극복하고 보완하여 대학의 효율성을 측정할 수 있는 기법으로 자료포락분석(data envelopment analysis; DEA)이 최근에 많이 활용되고 있다. DEA는 여러 종류의 투입요소를 이용하여 여러 종류의 산출물을 생산하는 유사한 목적을 위하여 조직된 의사결정단위(decision making unit; DMU)들 간의 상대적 효율성을 평가하기 위해 사용되는 일종의 선형계획법이다 (Kim, 2012). DEA를 활용하여 대학의 효율성을 평가함으로써 각 대학이 분석에 포함된 다른 대학에 비해 어느 정도로 효율적인가 그리고 비효율적이라면 무엇을 개선해야 할 것인가를 탐색할 수 있으며, 대학 평가의 준거로도 활용될 수 있다 (Kim과 Lee, 2008).

본 연구에서는 최근 어려움을 겪고 있는 지방대학들의 연구 및 교육분야에 대한 효율성을 분석하여 향후 발전을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 이를 위하여 첫째, DEA 기법을 활용하여 우리나라 국·공립 대학들의 효율성을 분석하고 둘째, 지역거점대학(regional flagship national universities)과 비거점(non-flagship)대학 간의 효율성이 통계적으로 유의한지 여부를 탐색한다. 분석은 통계학자가 모집단위로 설치되어 있는 국·공립 대학 17개를 대상으로 하였으며, 대학정보 알림 사이트인 ‘대학알리미’(www.academyinfo.go)에서 제공하고 있는 자료를 활용하였다.

2. 효율성의 개념 및 선행연구

일반적으로 효율성(efficiency)은 투입한 노력이나 자원에 대비하여 수확한 성과의 비율을 의미한다. 상대적으로 효율이 높다는 것은 동일한 자원을 투입하고도 더 높은 성과를 거두었거나, 동일한 성과를 얻는데 소모된 자원이 더 적었다는 것을 의미한다. 이에 반하여 효과성(effectiveness)은 목표한 성과에 대비하여 실제로 얻은 성과의 비율을 의미한다. 따라서 효과성에서는 투입한 자원의 규모에 대해 관심을 두지 않는다 (Lee와 Oh, 2012; Ji, 2012).

효율성은 투입과 산출의 관계를 평가하는 개념으로 기술적 효율성, 총체적 자원의 최적배분을 강조하는 배분적 효율성, 그리고 규모의 증가 및 감소(또는 불변)여부를 자원의 최적 활용차원에서 다루는 규모의 효율성 등으로 구분된다 (Nam과 Lee, 2011). 본 연구에서 활용하고자 하는 DEA는 기술효율성과 주로 관련된다. 그러나 DEA의 경우 통계적 유의성 검정과정을 내포하지 않기 때문에 판별력의 문제가 발생한다. 일반적으로 DEA의 판별력은 DMU가 많을수록 높아지며, 투입 및 산출지표가 많을수록 낮아지고, DMU의 동질성이 확보될수록 높아진다 (Kim과 Kim, 2003). 따라서 DEA의 판별력을 높일 수 있도록 DMU의 동질성을 확보하고, 투입 및 산출지표의 개수를 조정하는 것이 중요하다.

DEA 기법을 이용하여 대학의 효율성을 평가하기 위한 몇몇 연구가 진행되었다. 대학은 다른 교육기관과는 달리 규모가 크고 이질적인 구성원들로 이루어져 있으며 그 밖에도 다양한 특성들을 가지고 있다. 대학의 효율성 평가와 관련하여 직접적으로 관련되는 투입, 산출요소를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 대학조직에 투입되는 자원은 학생, 교수, 행정직원 등의 인적자원과 재정, 시설 등과 같은 물적자원을 생각해 볼 수 있다. 산출요소로는 대학이 가진 고유의 기능을 통해 배출해 낸 결과로 각 기능에 따라 교육 관련 산출물과 연구관련 산출물을 포함한다 (Lee, 2003).

Choi과 Sohn (1999)은 공과대학 14개 학과를 대상으로 한 효율성 분석에서 투입요소로는 운용면적과 전임교수를, 산출요소로는 연구논문의 수, 수주연구비, 순수취업률, 대학원진학률을 사용하였다. Song와 Kim (2006)는 특정대학 20개 학과의 효율성 평가를 위해, 투입요소로는 학과별 예산, 교수 및 학생수, 학과 보유면적을 이용하였고 산출요소로는 학생 취업률, 수상건수, 연구실적 등을 활용하였다. 전문대학의 효율성을 평가한 Jung (2011)에서는 전임교원 1인당 학생수, 전임교원 확보율, 학생 1인당 교육비, 학생 1인당 장학금, 교사시설확보율을 투입요소로, 그리고 입학전형결과 등록률, 정원 내 신입생 충원률, 재학생 충원률, 중도탈락생 비율, 졸업생 취업률을 산출요소로 활용하였다. 또한 특수교육학

Table 3.1. Input and output variables

Variables	
input	I1: full time teacher ratio
	I2: tuition per student
	I3: teaching facility ratio
	I4: full time teacher's teaching ratio
	I5: research Funds per full time teacher in university
output	O1: new students ratio to capacity
	O2: enrolled students ratio
	O3: dropout ratio
	O4: graduate employment ratio
	O5: the number of research papers

과의 효율성을 분석한 Kim (2012)에서는 투입요소로 전임교원 1인당 학생수, 학생 1인당 교육비, 재학생 1인당 장학금, 학생 1인당 장서 수, 전임교원 1인당 연구비를 고려하였고, 산출요소로는 취업률과 연구실적을 활용하였다.

외국의 경우, Abbott와 Doucouliagos (2003)는 36개 호주 국립대학을 대상으로 효율성 평가를 진행하면서 투입요소로는 교육직원수, 비교육직원 수, 총지출액(인건비 제외) 등을 이용하였고, 산출요소로는 전일제 학생수, 학부생 및 대학원생 학위수여자의 수, 연구지출비 등을 활용하였다. 스페인 사라고사 대학 52개 학과의 효율성을 평가한 Martin (2003)의 경우에는 교직원 수, 예산, 유지보수 비율을 투입요소로, 등록재학생수, 박사 수, 논문인용수, 연구비 수입, 연구실적 등을 산출요소로 활용하였다.

3. 연구방법과 설계

3.1. 투입 및 산출요소

대학의 효율성 분석은 어떤 투입요소와 산출요소들을 이용하느냐에 따라 많은 영향을 받기 때문에 다양한 자원이 이용되는 대학에 있어서는 가능한 많은 투입요소와 산출요소를 분석에 포함시키는 것이 좋다. 그러나 여러 가지 여건상 많은 요소들을 고려하는 것이 쉽지 않다. 이러한 경우 선행연구 및 비교하고자 하는 DMU 수를 고려하여 결정하는 것이 보통이다.

여러 선행연구들에서 이용된 주요 요소들을 정리해보면, 투입요소로는 전임교원수, 재학생수, 총세출, 인건비 등의 사용빈도가 높았고 산출요소로는 졸업생 및 취업생수, 논문수 등의 사용빈도가 높은 것으로 나타났으며, 투입요소 및 산출요소의 수는 DMU 수의 1/3 이내에서 선정하는 것이 일반적이다 (Kwak, 1993). 본 연구에서는 대학들 간의 비교는 물론 지역거점대학과 비거점대학 간의 상대적 효율성을 비교하고자 하는 목적을 고려하여 교육 및 연구분야에서 중요하다고 생각되는 투입 및 산출요소 각각 5개씩을 활용하였다. Table 3.1은 본 연구에서 활용된 투입 및 산출요소이다. 산출요소에서 연구논문수는 국내 등재(후보)지 논문, SCI 논문, 그리고 저서 및 역서를 모두 포함한 수치이다.

3.2. 자료수집 및 분석

본 연구의 목적은 통계학과가 설치되어 있는 국·공립 대학의 효율성을 분석하고자 하는 것이다. 둘째는 대학들을 지역거점대학과 비거점대학으로 구분하여 상대적 효율성을 비교하는 것이다. 이를 위하여 대학알리미 사이트를 통하여 Table 3.2의 17개 대학의 자료를 수집하였으며, 데이터 분석을 위해 R 2.15.0과 SPSS 20을 활용하였다.

Table 3.2. Universities

Regional flagship national university	Regional non-flagship national university
Gangneung, Jeju	Gyeongsang, Andong
Kangwon, Chungnam	Kunsan, Changwon
Kyungpook, Chungbuk	Mokpo, Pukyong
Pusan, Chonnam	University of Seoul
Seoul, Chonbuk	

Table 4.1. Descriptive statistics of the input and output variables

Variables	Flagship		Non-flagship		Total		
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	
input	I1	86.2	16.6	74.6	6.8	81.4	14.4
	I2	13396.5	6972.2	10037.6	1180.6	12013.4	5547.1
	I3	145.9	39.7	126.4	9.8	137.8	31.9
	I4	59.8	5.5	63.1	9.8	61.2	7.5
	I5	4789.8	2925.1	6479.2	2206.6	10908.0	2746.9
output	O1	99.8	0.2	100.1	0.3	99.8	0.3
	O2	115.5	9.3	123.4	9.5	113.8	9.3
	O3	2.9	0.9	3.8	1.4	3.3	1.2
	O4	53.0	3.7	54.9	4.9	53.8	4.2
	O5	1.1	0.3	0.9	0.2	1.0	0.2

효율성 평가를 위하여 Charnes 등 (1978)에 의해 제안된 CCR 모형과 Banker 등 (1984)에 의해 제안된 BCC 모형을 이용하여 분석대상의 효율성을 측정하였다. CCR 모형은 규모에 대한 투자효율성이 일정하다는 조건을 가정한다. 이는 투입물을 증가하여도 산출이 일정한 비율로 밖에 증가하지 않는 것을 의미한다. 이에 반하여 규모가 변할 때 효율이 증가할 수도 있고 감소할 수도 있는 경우를 고려한 모형이 BCC 모형이다. 본 연구에서는 CCR 모형에서 도출된 효율성 값을 BCC 모형에서 도출된 효율성 값으로 나누어 순수한 규모의 효율성을 계산하여 분석에 활용하였다.

4. 효율성 분석

4.1. 투입 및 산출요소의 기술통계량

효율성 분석에 앞서 투입요소와 산출요소에 대한 기술통계량을 구해보면 Table 4.1과 같다. 5개의 투입요소 중 3개는 지역거점대학의 평균이 높고, 산출요소에 대해서는 연구논문수를 제외한 4개 요소에 대하여 비거점대학의 평균값이 높음을 알 수 있다.

4.2. CCR 모형에 의한 효율성 분석

효율성 분석을 위한 CCR 모형에는 투입기준모형과 산출기준모형이 있다. 실증분석을 수행할 때 하나를 선택해야 할 경우에는 응용대상의 생산과정이 가진 특성과 효율성 개선의 방향에 따라 결정한다 (Lee과 Oh, 2012). 본 연구에서는 투입기준 CCR 모형을 토대로 기본모형 분석을 실시하였으며, 효율성은 식 (4.1)을 이용하여 구해진다. 여기서 n 은 산출요소, m 은 투입요소를 나타내며, j 는 분석대상 즉, 대학을 나타내는 첨자이다. 목적함수 θ^{k*} 는 관심대상인 k 번째 DMU(대학)의 투입요소들을 줄이는 비율로, 모든 투입요소에 대해서 θ^{k*} 만큼 투입이 동일하게 줄어들면 k 번째 DMU가 생산변경에 도달하

Table 4.2. Efficiency using CCR based model

DMU	θ^{k*}	λ^j	# of reference
1	0.98	3(0.06), 12(0.43), 16(0.53)	
2	1.00	2(1.00)	1
3	1.00	3(1.00)	5
4	1.00	3(0.94), 4(1.00)	5
5	0.97	3(0.42), 15(0.08)	
6	0.90	4(0.03), 12(0.09), 14(0.24), 15(0.24)	
7	0.98	4(0.18), 12(0.05), 14(0.26), 15(0.51)	
8	0.88	14(0.25), 15(0.29), 16(0.47)	
9	0.99	3(0.18), 14(0.17), 15(0.38), 16(0.20), 17(0.08)	
10	0.94	4(0.13), 14(0.81), 15(0.06)	
11	1.00	11(1.00)	1
12	1.00	12(1.00)	5
13	0.97	4(0.34), 12(0.45), 14(0.15), 15(0.05)	
14	1.00	14(1.00)	7
15	1.00	15(1.00)	8
16	1.00	16(1.00)	4
17	1.00	17(1.00)	1

게 된다. x_m^j 는 j 번째 DMU의 m 번째 투입요소의 값, y_n^j 는 j 번째 DMU의 n 번째 산출요소의 값, λ^j 는 볼록성(convexity) 상수, ϵ 은 비아르키메데스(non-Archimedean) 상수, s_m^- 와 s_n^+ 는 각각 투입과 산출에 대한 여유분을 의미한다.

$$\theta^{k*} = \min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \left[\theta^k - \epsilon \left(\sum_{m=1}^M s_m^- + \sum_{n=1}^N s_n^+ \right) \right] \quad (4.1)$$

subject to

$$\theta^k x_m^k = \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j + s_m^-, \quad (m = 1, 2, \dots, M),$$

$$y_n^k = \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j + s_n^+, \quad (n = 1, 2, \dots, N),$$

$$0 \leq \lambda^j \leq 1, \quad \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1, \quad (j = 1, 2, \dots, J),$$

$$s_m^- \geq 0, \quad (m = 1, 2, \dots, M),$$

$$s_n^+ \geq 0, \quad (n = 1, 2, \dots, N).$$

Table 4.2에서 보는바와 같이 분석대상 17개의 대학 중에서 효율성 값이 1인 대학은 9개로 전체의 약 53%정도이며, 가장 효율성이 낮은 대학은 DMU 8번 대학으로 0.88로 나타났다. 효율성 분석에서 참조횟수를 분석하는 것도 효율성의 질적인 측면을 파악해 볼 수 있는 중요한 기준이 되는데, 참조횟수가 가장 많은 DMU는 15번 대학으로 나타났다. 참조횟수란 벤치마킹의 대상으로 이용되는 횟수를 의미한다. 예를 들어, Table 4.2에서 DMU 15는 다른 DMU의 효율성 계산에 8번 벤치마킹되었음을 나타낸다.

한편, 효율적이 되기 위하여 추가적으로 투입과 산출을 조정할 수 있을 때, 이 추가적인 개선여지를 여유분(slack)이라 하는데 분석대상 17개 DMU에 대한 여유분은 Table 4.3과 같다. 한 예로 DMU 1 대

Table 4.3. Slacks

DMU	s_m^-	s_n^+
1	1(3.10), 2(13.45), 3(25.71)	1(2.73), 2(4.4), 5(0.51)
2		
3		
4		
5	1(47.11), 2(21672.37), 3(111.47), 5(664.77)	1(1.31), 3(0.96), 4(0.59)
6	2(7081.81)	1(0.68), 4(9.43), 5(0.17)
7	1(8.20), 2(1570.9), 5(5316.07)	2(6.46), 4(7.15)
8	1(10.80), 2(1281.27)	2(6.50), 3(0.32), 4(5.78), 5(0.30)
9	2(1391.16)	2(3.15), 3(0.25), 4(7.55)
10	1(7.98), 2(779.72), 5(2984.10)	2(11.32), 3(0.07), 4(8.07)
11		
12		
13	3(8.24), 5(207.95)	1(0.02), 4(1.14), 5(0.24)
14		
15		
16		
17		

학은 투입요소 1, 2, 3과 산출요소 1, 2, 5 각각에 여유분 (3.10), (13.45), (25.71), (2.73), (4.4), (0.51)이 있으므로, 더 효율적으로 되기 위해서는 이 부분들에 대한 개선작업이 이루어져야 함을 알 수 있다.

4.3. BCC 모형에 의한 효율성 분석

생산가능집합이 규모에 대한 투자효율성이 일정하다(불변규모 수익)는 가정을 만족하지 않을 때 가변규모 수익 가정이 흔히 사용된다. 일반적으로 가변규모 수익을 만족하는 생산가능집합은 불변규모 수익을 만족하는 생산가능집합에 포함된다. 따라서 투입기준 효율성을 살펴보았을 때, 관측점과 생산변경과의 거리로서 나타나는 효율성 값은 가변규모 수익 모형에서 더 크게 나타난다 (Lee와 Oh, 2012). 각 첨자가 의미하는 바가 식 (4.1)과 같다고 할 때, 투입기준 BCC 모형에 의한 효율성은 식 (4.2)을 토대로 구해진다. Table 4.4로부터 BCC 모형에 의한 효율성이 CCR 모형에 의한 효율성 보다 크다는 사실을 알 수 있다. Table 4.4에서 $SE = CCR(\theta^{k^*})/BCC(\theta^{k^*})$ 는 1에 가까울수록 최적규모에 가까워 규모로 인한 손실이 없음을 의미하는데, 전체 17개 DMU 가운데 SE가 1인 대학은 53%정도인 것으로 나타났다.

$$\theta^{k^*} = \min_{\theta, \lambda} \theta^k \quad (4.2)$$

subject to

$$\theta^k x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j, \quad (m = 1, 2, \dots, M)$$

$$y_n^k \leq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j, \quad (n = 1, 2, \dots, N)$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda^j = 1,$$

$$\lambda^j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, J)$$

Table 4.4. Efficiency comparison of CCR and BCC model

DMU	BCC(θ^{k*})	CCR(θ^{k*})	SE
1	1.00	0.98	0.98
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00
5	1.00	0.97	0.97
6	0.91	0.90	0.99
7	1.00	0.98	0.98
8	0.92	0.88	0.96
9	1.00	0.99	0.99
10	0.94	0.94	0.99
11	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00
13	0.97	0.97	0.99
14	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00

Table 4.5. Super-efficiency analysis

DMU	1	2	3	4	5	6	7	8	9
super-efficiency	0.98	1.06	1.20	1.15	0.97	0.90	0.98	0.89	0.99
DMU	10	11	12	13	14	15	16	17	
super-efficiency	0.94	1.09	3.14	0.97	1.20	1.19	1.21	1.06	

4.4. 초효율성 분석

DEA 적용 결과, 1의 효율성을 갖는 것으로 판명된 DMU가 많은 경우 이들 사이의 우열을 가려야 할 경우가 있다. 예를 들어, 본 연구의 결과인 Table 4.2에서도 9개 DMU의 효율성이 1이다. 이와 같이 1의 효율성을 갖는 DMU가 많은 경우 가장 효율적인 DMU를 찾는 방법론이 초효율성 모형(super-efficiency model)이다. 초효율성 모형은 특정 DMU가 다른 DMU들의 효율성 측정과정에 미치는 영향의 정도에 대한 정보도 제공한다.

Table 4.5는 본 연구에서 활용된 17개 DMU에 대해 R에서 제공하는 함수를 이용하여 초효율성을 계산해 놓은 것이다. 초효율성 값이 클수록 생산변경을 결정짓는 영향력이 크다고 할 수 있다. 다시 말하면, 초효율성이 큰 DMU가 더 효율적이라 할 수 있다. 이런 측면에서 볼 때 CCR 모형 분석에서 효율성이 1인 9개의 DMU들 중에서 가장 효율적인 대학은 12번이며 다음으로 16번, 3번, 14번, 15번 순임을 알 수 있다.

4.5. 통계분석

본 연구의 목적 중의 하나는 지역거점대학과 비거점대학 간의 효율성에 차이가 있는지 여부를 파악해 보는 것이다. Table 4.6은 Table 4.5의 초효율성 분석 결과를 토대로 두 집단 간의 초효율성 평균에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 분석한 결과이다. 지역거점대학의 초효율성 값의 평균은 1.00, 비거점대학 1.41로 나타났으며, 유의수준 5%에서 두 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타

Table 4.6. Mann-Whitney test

Mann-Whitney U	12.50
<i>p</i> -value	0.025

났다. Table 3.1의 투입 및 산출요소에 기초한 경우, 적어도 초효율성 측면에서는 지역거점대학이 비거점대학에 비하여 효율적이지 않음을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 DEA 기법을 활용한 상대적 효율성 측정을 통하여 통계학과가 설치된 국·공립 대학의 효율성을 분석하고, 특히 지역거점대학과 비거점대학 간의 효율성이 통계적으로 유의한지 여부를 탐색해 보았다. CCR 모형, BCC 모형, 그리고 초효율성 분석을 적용한 결과 다음과 같은 사실을 알 수 있었다. 첫째, CCR 모형을 이용한 분석에서 효율성이 1인 대학은 분석대상 17개의 대학 중에서 9개(약 53%)로 나타났다. 가장 효율성이 낮은 DMU는 8번 대학으로 0.88로 나타났으며, 참조횟수가 가장 많은 DMU는 15번 대학으로 나타났다. 둘째, BCC 모형을 이용한 분석에서도 CCR 모형을 이용한 분석에서와 비슷한 결과를 보였다. 또한 규모의 경제성을 나타내는 SE에 대해서도 살펴본 결과 역시 9개의 DMU에서 SE가 1로 나타났다. SE는 각각의 DMU가 얼마나 규모의 경제에 접근했는지를 나타내는 지표로, 규모의 효율성을 이용하여 개별 DMU가 규모의 경제에서 이탈하여 생산활동을 수행함으로써 발생하는 비효율의 크기를 측정할 수 있다. 셋째, DEA 적용 결과 효율성이 1인 DMU가 많아 초효율성 분석을 실시하였으며, 그 결과 초효율성이 가장 큰 DMU는 12번으로 나타났다. 넷째, 지역거점대학의 초효율성의 평균은 1.00, 비거점대학의 초효율성은 1.41로 나타났으며, 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

탐색적 의미의 결과이기는 하지만, DEA 기법은 DMU의 효율성 제고를 위한 조정목표와 비율을 제시한다. 이는 해당 부문에 그만큼의 비효율이 존재한다는 것을 의미한다. CCR 모형 및 BCC 모형을 이용한 분석에서 비효율적으로 나타난 DMU는 산출요소를 동일하게 유지하면서 투입요소를 조정하여 효율성을 개선할 수 있다. 본 연구가 그와 같은 효율성 제고를 위한 노력의 시발점을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

마지막으로 본 연구는 대학알리미에서 제공되는 자료를 분석에 활용하였다. 이 자료를 관리하는 주관기관인 교육과학기술부에서 다양한 방법을 통해 자료의 정확성을 높이고자 노력하고 있다. 그러나 입력오류, 지표값을 계산할 때 발생하는 오류 등이 발생하고 있으며, 자료의 신뢰도와 정확도를 타당하게 검증할 수 있는 수단이 없다는 문제점이 있다. 분석과정에 자료의 질적인 측면을 반영하지 못한 점 또한 본 연구의 한계이다.

References

- Abbott, M. and Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: A data envelopment analysis, *Economics of Education Review*, **22**, 89–97.
- Banker, R. D., Charnes, R. F. and Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, **30**, 1078–1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, **2**, 429–444.
- Choi, H. and Sohn, S. Y. (1999). Efficiency of comparison via DEA for academic departments in college of engineering, *Journal of Engineering Education*, **2**, 29–38.

- Hwang, H. J. (2000). A study of university evaluation as a management process, *The Journal of Educational Research & Development*, **21**, 105–203.
- Ji, G. Y. (2012). An efficiency evaluation of university management using DEA approach, *Master Dissertation*, Graduate School of Sungkyunkwan University, Korea.
- Jung, D. B. (2011). A study on the efficiency of junior colleges in Korea, *PhD Dissertation*, Graduate School of Yonsei University, Korea.
- Kim, E. J., Kim, H. J. and Jo, S. H. (2006). A study on the relative efficiency of high schools in Seoul through DEA, *The Journal of Economics and Finance of Education*, **15**, 33–55.
- Kim, H. T. (2012). An efficiency analysis of the departments of special education using data envelopment analysis, *PhD Dissertation*, Graduate School of Joongbu University, Korea.
- Kim, J. H. and Kim, T. I. (2003). *Efficiency Evaluation and Measurement in Public Area*, Jip Moon Dang, Seoul.
- Kim, S. H. and Lee, H. S. (2008). A comparison between university evaluation and its efficiency as measured by DEA, *Journal of Educational Evaluation*, **21**, 1–26.
- Kwak, Y. J. (1993). A study on a performance evaluation of hospitals: A data envelopment analysis approach, *PhD Dissertation*, Graduate School of Chungnam National University, Korea.
- Lee, H. S. (2008). University efficiency analysis by DEA, *Journal of Educational Evaluation*, **21**, 41–65.
- Lee, J. D. and Oh, D. H. (2012). *Theory of Efficiency Analysis*, Jiphil Media, Seoul.
- Lee, M. H. (2003). *A Development of Performance Indicators on Higher Educational Institution's System*, Korean Education Development Institute, Seoul.
- Martin, M. (2003). An application of the data envelopment analysis methodology in the performance assessment of the Zaragoza university departments, *Technical report*, University of Zaragoza.
- Nam, C. W. and Lee, M. S. (2011). Evaluation the efficiency of public health center, *Journal of Urban Administration Society*, **24**, 65–87.
- Song, M. J. and Kim, W. J. (2006). Evaluation the efficiency of departments using DEA, *Journal of Seoul National of Technology*, **54**, 287–294.

자료포락분석을 이용한 지역대학의 효율성분석

최경호^a · 안정용^{b,1}

^a전주대학교 기초의과학과, ^b전북대학교 통계학과

(2012년 8월 8일 접수, 2012년 9월 21일 수정, 2012년 12월 10일 채택)

요약

자료포락분석(data envelopment analysis)은 여러 종류의 투입요소와 산출요소를 이용하여 의사결정단위(decision making unit)들 간의 상대적 효율성을 평가하기 위해 많이 사용되는 기법이다. 본 연구에서는 자료포락분석을 이용하여 지방대학들의 연구 및 교육분야에 대한 효율성을 분석한다. 먼저, 우리나라 국·공립 대학들의 효율성에 대해 살펴보고, 지역거점대학(regional flagship national universities)과 비거점(non-flagship)대학 간의 효율성이 통계적으로 유의한지 여부를 탐색한다.

주요용어: 자료포락분석, 효율성 평가, 지방대학.

¹교신저자: (561-756) 전주시 덕진동 664-14, 전북대학교 통계학과 (응용통계연구소), 교수.
E-mail: jyahn@jbnu.ac.kr