

효율성 기준에 입각한 공학교육 평가

An Efficiency-based Evaluation for Engineering Education

허은녕*, 송성수**, 김태유***

〈目 次〉

- I. 서론
- II. 실증분석의 개요
- III. 분석결과
- IV. 정책적 함의

〈Abstract〉

This study examines the efficiency of engineering education using DEA(data envelopment analysis) which is often used in the efficiency evaluation of public services. We evaluate 27 mechanical engineering departments according to academy-basis, general basis, and employment-basis considering students' academic level and input costs as input factors. Our empirical results suggest that an evaluation method using DEA can give us useful informations such as benchmarks to improve education specialization where it is desirable, decisions about whether a department should expand its gross input or not, and proper directions about which input factors should be controlled and how much control is needed.

Key words: engineering education, efficiency, DEA(data envelopment analysis), academy-based evaluation, general evaluation, employment-based evaluation

* 서울대학교 지구환경시스템공학부 조교수 (e-mail : exheo@plaza.snu.ac.kr)

** 과학기술정책연구원 연구원 (e-mail : triple@stepi.re.kr)

*** 서울대학교 대학원 기술정책 협동과정 주임교수 (e-mail : snutpp@plaza.snu.ac.kr)

I. 서 론

한 국가의 경쟁력 강화에 필요한 핵심요소 중의 하나가 우수한 기술이 체화된 인력의 효과적인 양성에 있다는 점은 주지의 사실이다. 예를 들어 1989년에 출간된 「메이드 인 아메리카(Made in America)」는 적절한 기술인력 양성의 실패를 1980년대 후반에 미국이 국가 경쟁력을 상실하게 된 핵심 요인으로 지적하고 있으며(Dertouzos, et al., 1989), 최근에 회자되고 있는 “지식기반경제”에 관한 논의는 기술을 핵심으로 하는 실질적인 지식을 구비한 인적 자원에서 향후 경제성장의 원동력을 찾고 있다(OECD, 1996; 매일경제신문사, 1998).

이처럼 과학기술인력의 수준이 국가경쟁력의 확보에 있어서 매우 중요한 요소임에도 불구하고, 우리 나라 과학기술인력의 수준이 상당히 뒤떨어져 있는 것은 부인할 수 없는 사실이다. 우리 나라 과학기술인력이 차지하고 있는 좌표는 스위스 국제경영개발원(IMD)이 발표한 1998년 과학기술부문 국제경쟁력의 비교에서 분명히 드러난다. 즉, 과학기술부문에서 우리나라의 과학기술인력 규모는 세계 9위로 양호한 편이지만, 과학기술교육의 질적 지표에 있어서는 32위에 지나지 않는다는 것이다. 이처럼 과학기술인력의 양적 규모와 질적 수준이 괴리됨으로써 우리 나라에서는 1990년 이후에 고학력자의 실업률이 전문기술직에 대한 부족률과 같은 방향으로 변화하고 있는 기이한 현상이 발생하고 있다(정진화, 1996; 고상원, 1998).

이러한 제반 현상은 과학기술인력의 양성을 담당하고 있는 공학교육에 많은 문제가 있다는 점을 의미한다. 즉, 공과대학의 교육목표는 우리 사회가 필요로 하는 적절한 수준의 과학기술인력을 양성하여 이들을 적시에 공급하는 데 있지만, 우리 나라의 공과대학은 이러한 목표를

충분히 달성하지 못하고 있는 것이다. 이에 따라 산업계를 비롯한 과학기술인력의 수요자들은 부실한 교육을 받은 공과대학 졸업생들을 재교육하기 위하여 막대한 비용을 추가로 부담하는 실정이다. 이러한 부담은 국가적으로 시간적·금전적 손실을 야기시킬 뿐만 아니라, 치열하게 전개되고 있는 국제사회에서 비교우위를 가질 수 있는 기술혁신역량을 확보하는 데 커다란 장애 요소로 작용하고 있다.

우리 나라의 공학교육이 질적으로 우수한 과학기술인력을 양성하는 데 실패하고 있는 이유로는 현장성이 결여된 교육체제, 열악한 교육여건, 경쟁이 배제된 교육풍토 등을 들 수 있다(서상혁 외, 1998). 본 연구진은 우리 나라 공학교육의 질적 수준을 제고하기 위해서는 무엇보다도 공학교육에 대한 적절한 평가가 선행되어야 하며, 이것이 정부가 담당해야 할 가장 기본적인 역할이라고 생각한다. 우리 나라의 고등학교 교육이나 의과대학 및 사범대학과 같은 몇몇 단과대학의 교육은 입학시험이나 자격시험과 같은 객관적인 기준에 의해 평가가 이루어지기 때문에 교육의 질적 수준이 어느 정도 유지되고 있다. 그러나, 한 국가의 경쟁력과 직결되는 공학교육의 경우에는 객관적인 기준에 의한 평가가 거의 없었기 때문에 교육성과에 대한 판단이 어려울 뿐만 아니라 과학기술인력의 질적 수준을 유지하는 데 큰 어려움을 겪고 있는 것이다.

모든 경제적 자원은 특정한 용도에 대해 기회비용을 가지고 있으며, 그것은 공학교육의 경우에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 즉, 공학교육에 투자된 자원이 다른 용도에 사용되었을 때 얻을 수 있는 정도 혹은 그 이상의 성과를 거둘 수 있을 때 비로소 공학교육의 가치가 인정될 수 있는 것이다. 지금까지 우리 나라의 공과대학이 다소 방만하게 운영되어 온 이유 중의

하나도 효율성 개념의 부재에서 찾을 수 있다. 앞으로 우리 나라의 공과대학이 새로운 환경 속에서 경쟁력을 갖춘 집단으로 성장하기 위해서는 각 대학이 효율성의 기준에 입각하여 대학의 경영목표를 조정하는 작업이 선행되어야 할 것이다. 따라서, 본 연구는 공학교육의 평가에 있어서 여건에 대한 평가보다는 성과에 대한 평가에 초점을 두고자 하며, 이를 위하여 효율성의 개념에 입각한 공학교육평가를 시도하고자 한다.

II. 실증분석의 개요

본 연구는 1993년도에 한국대학교육협회의 학과평가인정을 받은 27개 대학의 기계공학과를 대상으로 공학교육의 효율성에 대한 실증분석을 수행하였다. 본 연구에서 사용한 투입요소 및 산출요소에 관한 정보는 대부분 1993년도에 해당 대학이 한국대학교육협회에 제출한 자체평가보고서의 내용에서 도출되었다(한국대학교육협회, 1993). 본 연구의 실증분석과 관련된 몇 가지 사항을 설명하면 다음과 같다.

1. 실증분석 방법론: DEA

기존의 대학평가는 주로 가중합 평가방식에 의해 수행되어 왔기 때문에 효율성 기준에 입각한 공학교육평가는 과거의 방식을 보완하거나 대체하는 시도에 해당한다. 효율성을 측정하기 위한 방법에는 여러 가지 종류가 있으나 본 연구에서는 DEA(Data Envelopment Analysis)를 실증분석 방법론으로 채택하고자 한다. DEA는 영리성을 띠고 있지 않거나 효과를 가격화하기 어려워서 투입과 산출의 인과관계를 명확하게 밝히기 어려운 활동을 대상으로 그것

의 효율성을 측정하기 위하여 개발된 기법이다. 선진국의 경우에 DEA는 에너지(Yunos and Hawdon, 1997), 의료(Chilingerian, 1995), 금융기관(Vassiloglou and Giokas, 1990) 등의 효율성 평가에 많이 사용되어 왔으며, 우리나라에서는 공공기업의 성과를 평가하기 위하여 몇 차례 사용된 바 있다(양정식, 1989; 김태유 외, 1998). 또한, DEA는 다양한 투입요소와 다양한 산출요소를 동시에 고려해야 하는 교육의 특징을 반영할 수 있기 때문에 선진국의 경우에는 공립학교 및 고등교육기관에 대한 평가에도 활용되고 있다(Lovell, et al., 1994; Beasley, 1995; Thanassoulis, 1996; Sarrico, et al., 1997).

시장의 형태가 완전경쟁시장이 아닌 독과점시장이거나 외부성이 존재하는 경우에는 시장가격이 재화의 진정한 가치와 일치하지 않게 되므로 시장가격에 따라 가중치를 결정하게 되면 효율성 평가 결과가 심하게 왜곡될 수 있다. 이러한 경우에는 가중치가 사전적으로 결정되지 않는 방법을 모색할 필요가 있는데, Charnes, Cooper, Rhodes(1978)은 'DEA'라는 용어를 처음으로 사용하면서 다음과 같은 CCR 모형을 제안하였다. 아래의 <수식 1>은 동일한 투입 및 산출요소를 가지고 있는 Z 개의 의사결정체(Decision Making Unit, DMU)에 대해 의사결정체 o 의 효율성 θ_o 를 평가할 수 있도록 만들어진 제약식이다. 의사결정체 o 는 다른 의사결정체들의 성과와 비교하여 자신의 효율성을 최대로 할 수 있도록 프로그램을 최적화 과정 중에서 가중치 v_r 과 w_i 를 결정하게 되며, 이로부터 도출되는 최적해 θ_o 는 '총요소효율성'이라 부를 수 있다. 여기서 결정된 총요소효율성은 자신을 제외한 다른 의사결정체에 대한 상대적인 값이므로 상한값을 정해주어야만 Z 개의 의사결정체의 효율성을 서로 비교할 수

있다. CCR 모형에서는 총요소효율성의 상한값을 1(unity)로 정함으로써 Z개의 의사결정체가 0에서 1사이의 총요소효율성 값을 갖도록 하고 있다.

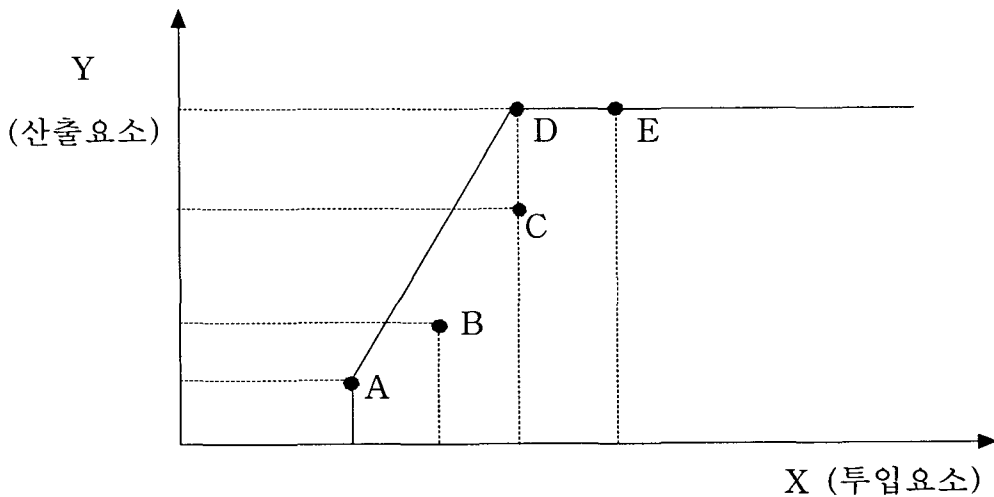
$$\begin{aligned}
 & \underset{v, w}{\text{Max}} \quad \theta_o = \frac{\sum_r v_r y_{r0}}{\sum_i w_i x_{i0}} \\
 & \text{s.t.} \quad \frac{\sum_r v_r y_{rj}}{\sum_i w_i x_{ij}} \leq 1 \quad \text{for } j=0, 1, \dots, Z \\
 & \quad \quad v_r, w_i \geq 0
 \end{aligned}$$

<수식 1> DEA의 제약식

이러한 과정을 통해 DEA는 투입 영역과 산출 영역에 해당하는 지표값들을 활용하여 생산경계면(production frontier)을 도출하고, 평가대상과 생산경계면 사이의 거리를 분석함으로써 평가대상이 수행하는 활동의 효율성 정도를 측정할 수 있게 한다. 특히, DEA는 비효율성이 어느 부문에서 발생하며 그 크기가 어느 정도인지를 수치로 나타낼 수 있기 때문에 투자자의 효율성을 제고하는 데 실제적인 도움을

줄 수 있다. 예를 들어 분석 대상 대학의 수를 5개, 투입요소와 산출요소의 개수를 1개씩 설정할 경우에 DEA를 통해 만들어지는 가상의 생산경계면은 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다. 이 중에서 A, D, E 대학은 생산경계면 위에 존재하고 있으며, B대학과 C대학은 생산경계면 내부에 위치하고 있다. 생산경계면에 놓여진 대학들은 효율성지수가 1인 대학으로서 특정한 산출을 얻기 위해 가장 효율적인 투입을 하고 있는 경우에 해당한다. 반면에 생산경계면 내부에 위치하고 있는 대학들은 0과 1 사이의 효율성지수를 가지고 있으며, 생산경계면 상에 있는 대학보다 동일한 산출을 얻어내는 데 더 많은 요소를 투입하고 있다. 즉, A, D, E 대학은 산출요소 Y를 생산하는 데 필요한 투입요소 X를 효율적으로 사용하고 있는 반면, B, C 대학은 비효율적으로 사용하고 있는 것이다.

DEA는 Banker, Charnes, Cooper(1984)가 규모의 경제 효과를 고려할 수 있는 BCC 모형을 제안하는 것을 계기로 보다 안정적인 실증분석기법으로 자리잡았다. 초기의 DEA 접근법에서는 생산경계면의 규모가 변하지 않는다는 점을 가정하고 있었다. 그러나, 실제로는

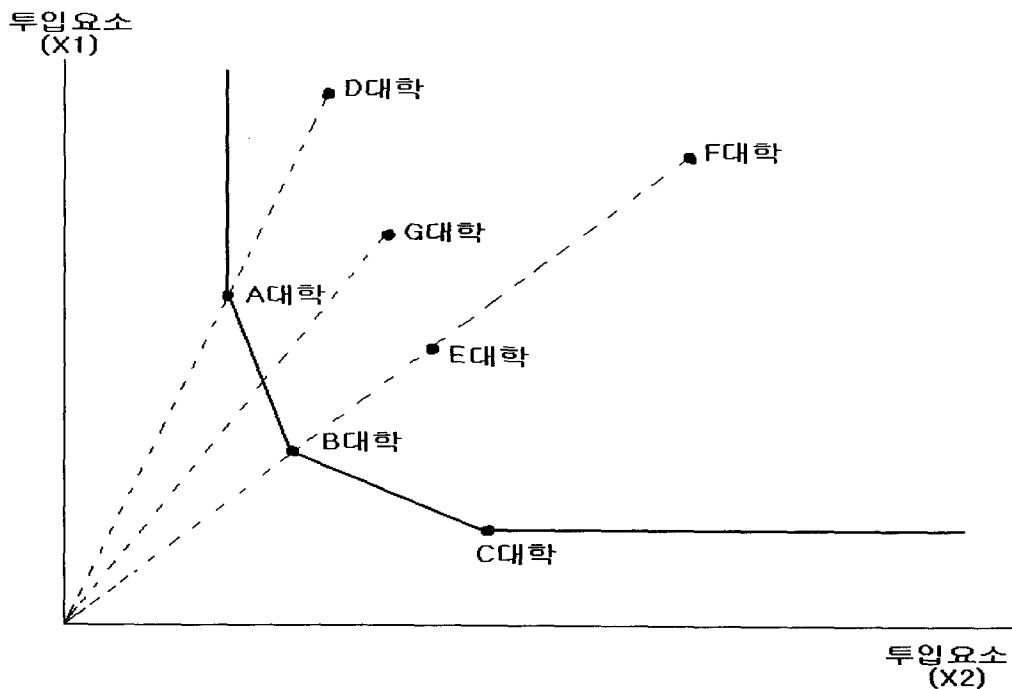


<그림 1> 생산경계면의 작성과 효율성 비교

많은 의사결정체들이 규모의 경제 혹은 불경제를 가지고 있기 때문에 이러한 가정은 다소 비현실적인 것으로 간주되었고, 이에 따라 DEA가 처음에 개발되었을 때에는 많은 실증연구들이 행해지지 못했다. 이에 반해 BCC 모형은 각 의사결정체에 대한 참조벡터 λ (reference vector)의 크기를 1로 제한하는 볼록성 (convexity) 조건을 추가함으로써 주어진 규모에서 생산활동의 효율성 정도를 측정하는 것은 물론 현재의 규모가 어떤 상태에 있는지에 대한 정보를 제공할 수 있다. BCC 모형에서는 효율적인 의사결정체에 비해 규모가 작은 의사결정체의 참조벡터는 1보다 작게 나타나는 반면, 규모가 더 큰 의사결정체의 참조벡터는 1보다 크게 나타난다.

더 나아가 DEA를 통한 평가는 참조(reference)와 참조회수라는 개념을 통해 벤치마킹에 대한 정보를 과학적으로 제시할 수 있다. 생산경계면 내부에 존재하는 비효율적인 의사결정체들은

생산경계면 상에 존재하는 효율적인 의사결정체를 벤치마킹의 대상으로 삼아야 한다. 이처럼 생산경계면 내부에 있는 의사결정체가 생산경계면 상에 도달하기 위하여 본보기가 되는 대상을 설정했을 때, 전자는 후자를 참조하는 것이 된다. 참조회수는 특정한 효율적인 의사결정체를 참조하는 비효율적인 의사결정체의 수자를 의미하는 것으로서, 생산경계면 상에 존재하는 의사결정체 부근에 비효율적인 의사결정체가 많으면 그 의사결정체의 참조회수는 커진다. 만약 어떤 의사결정체가 생산경계면에 존재하지만 다른 의사결정체들이 참조한 회수가 적다면 그 의사결정체는 특수한 환경에서 생산활동을 수행한 것이 되며, 따라서 효율성이 뛰어나긴 하지만 다른 의사결정체들을 대표할 만한 자격은 없게 된다. 반면, 참조회수가 많은 의사결정체는 다른 의사결정체와 유사한 환경 속에서도 뛰어난 생산활동을 수행해 왔다고 볼 수 있다.



<그림 2> 참조 및 참조회수에 관한 설명

예를 들어 A, B, C, D, E, F, G의 7개 대학이 2개의 투입요소(X_1 , X_2)를 사용하여 1개의 산출요소(Y)를 생산하며, 이러한 대학들이 형성하는 가상적인 생산경계면이 <그림 2>와 같이 나타난다고 가정하자. <그림 2>에서 보듯이, A, B, C 대학은 생산경계면 상에 존재하는 효율적인 대학이고, D, E, F, G 대학은 생산경계면 내부에 존재하는 비효율적인 대학이다. 여기서 참조의 개념을 살펴보면, D대학은 A대학을 참조하고, E대학과 F대학은 B대학을 참조하며, G대학은 A대학과 B대학의 중간지점에 있는 가상의 대학을 참조한다. 참조수에 있어서는 B대학이 3회(E대학, F대학, G대학)이고, A대학이 2회(D대학, G대학)이며, C대학은 0회가 된다. 이러한 경우에 생산경계면 상에 존재하는 3개의 대학 중에서 A대학과 B대학은 비효율적인 4개의 대학들의 벤치마킹 대상으로서 중요한 의미를 가지지만, C대학은 다른 대학과 상이한 환경에 놓여져 있는 대학으로서 벤치마킹의 대상으로는 적절하지 않다.

이처럼 DEA를 통한 대학평가는 기존의 평가 방법에서는 도출하기 어려운 많은 정보를 제공할 수 있다. DEA에 의한 평가가 제공하는 직접적인 정보는 각 대학이 투입 대비 산출에 있어서 어느 정도의 효율성을 달성하고 있는지에 관한 것이다. 특히, 본 연구에서는 졸업생의 취업과 진학에 대한 상대적 비율을 달리하면서 각 대학의 효율성을 비교하고 있기 때문에 각 대학의 효율성에 관한 순위는 취업률 및 진학률의 비중에 따라 달라지게 된다. 또한, DEA에 의한 평가를 통해 각 대학은 다양한 투입요소 중에서 어떤 것을 효율적으로 사용하고 있으며 어떤 요소를 비효율적으로 사용하는지 알 수 있다. 이러한 분석결과는 각 대학이 어떤 부문에 자원을 집중적으로 투자해야 교육의 효율성을 향상시킬 수 있는지에 대한 정보를 제공

하게 된다. 게다가, DEA에서 규모의 경제를 고려하게 되면 평가대상이 되는 대학은 현재의 규모가 어떤 상태에 있는지에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이를 통해 해당 대학의 자신의 규모가 체증의 상태, 불변의 상태, 체감의 상태 중의 어디에 속하며, 따라서 어떤 방향으로 규모를 조정해야 최적의 효과를 산출할 수 있는지 알 수 있다. 그리고, DEA를 통한 평가는 다른 방법론에서는 획득하기 어려운 벤치마킹 대상에 대한 정보를 과학적으로 제시할 수 있다. 즉, 참조 및 참조회수의 개념을 통하여 비효율적인 대학과 유사한 환경 속에서도 뛰어난 교육활동을 수행해 온 대학을 벤치마킹의 대상으로 선정할 수 있는 것이다.

2. 평가척도의 선정

현재 우리 나라에서 대학평가의 주류를 형성하고 있는 가중합 평가방식은 교육의 다양한 영역을 종합적으로 평가하는 것을 목표로 삼고 있기 때문에 가능한 많은 지표를 사용하는 것이 바람직한 반면, 투입 대비 산출의 효율성을 평가하는 방식은 투입 영역과 산출 영역을 대표할 수 있는 소수의 정량적인 평가지표를 선호하는 경향이 있다. 후자의 방식에 해당하는 본 연구에서는 규범적인 차원에서 새로운 평가척도를 모색하는 대신에 지금까지 제안되어 온 평가척도 중에서 빈도가 높고 계량화가 가능한 것을 우선적으로 선택하였다.

또한, 본 연구에서는 투입요소를 비용으로 환산하는 방법을 사용하여 DEA 분석을 시도한다. 투입요소를 비용으로 환산하면 투입요소의 동질성을 확보할 수 있기 때문에 투입요소 사이의 대체관계가 명확해진다. 특히, 정부 및 대학 당국의 교육정책이 각 투입요소에 대한 예산배분의 형태로 집행된다는 점을 고려해 볼 때, 투입비용에 입각한 교육의 효율성 평가는

투자배분계획을 수립하는 데 직접적인 시사점을 제공할 수 있다. 이러한 판단에 입각하여 본 연구에서는 비용으로의 환산이 용이하지 않거나 비용으로 환산할 경우에 정보가 심하게 왜곡되는 요소는 평가척도에서 제외하였다.

이와 같은 배경에서 본 연구에서는 ① 학생 1인당 장학금 수혜액, ② 학생 1인당 토지의 연간기회비용, ③ 학생 1인당 실험실습비, ④ 학생 1인당 교수 급여를 투입지표로 선정하였다. 이상의 4가지 요소를 측정한 연도가 다양하기 때문에 본 연구에서는 1993년에 수행된 한국대학교육협회의 대학학과평가가 평가지표 산정의 기준으로 삼았던 1991년도의 가치로 환산하였다. 여기서 교육비에 해당하는 교수

졸업생의 진로를 유일한 산출지표로 사용하고 자 한다. 대신에 취업률과 진학률을 별개의 지표로 다루지 않고 하나의 가변적인 지표로 사용함으로써 각 대학의 다양한 여건을 교육성과의 측정에 최대한 반영할 것이다. 또한, 본 연구에서는 대학의 특성화를 염두에 두고 진학률과 취업률의 상대적 비중에 따라 산출지표를 구분하고자 한다. 즉, 진학률과 취업률의 비중이 각각 (100% : 0%), (50% : 50%), (0% : 100%)인 경우를 진학 중심 대학의 성과, 일반적 대학의 성과, 취업 중심 대학의 성과로 구분하여 효율성 분석을 시도하였다.

이러한 사항을 고려하여 도출한 투입영역과 산출영역에서의 평가척도는 <표 1>과 같다.

<표 1> 투입 및 산출영역에서의 공학교육 평가척도

| 평가 영역 | | 평가 척도 |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 투입 영역 | 인적 요소 | 전임교수 고용 관련 경비 (학생 1인당 교수 급여) |
| | 물적 요소 | 교지 및 실험실습실 유지 경비 (학생 1인당 토지의 연간기회비용) |
| | | 실험실습 교육 관련 경비 (학생 1인당 실험실습비) |
| 무형 요소 | 학생의 복지후생 및 인센티브 (학생 1인당 장학금 수혜액) | |
| 산출 영역 | 취업 중심 성과 | 취업률×100% + 진학률×0% |
| | 일반적 성과 | 취업률×50% + 진학률×50% |
| | 진학 중심 성과 | 취업률×0% + 진학률×100% |

급여, 실험실습비, 장학금은 그 동안의 교육비 상승률로써 할인하였으며, 토지에 대한 비용은 주거비의 평균상승률로써 할인하였다. 이러한 방식으로 도출된 비용은 다시 학생 1인당 비용으로 환산하기 위하여 1991학년도에 기계공학과 편제정원으로 나누었다.

한편, 산출영역과 관련하여 기존에 사용되어 왔던 지표들은 대부분 평가기준이 모호하고 주관성이 개입될 여지가 많아서 본 연구에서는

3. 유형별 분류

본 연구에서는 보다 현실적인 정책적 시사점을 도출하기 위하여 평가대상 대학을 학생수준과 총투입비용에 따라 각각 3가지 집단으로 분류하였다. 학생수준으로는 입시전문기관에서 발표한 수년간의 각 학과들의 최저입학성적을 사용하였다. 우선 학생수준과 총투입비용에서 최대값과 최소값을 찾은 후, 최대값은 100, 최소

<표 2> 학생수준과 총투입비용에 따른 유형 분류

| | | | | |
|-----------|----------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 학생수준 | A(상) [4개교] | 12 | 15, 6 | 26 |
| | B(중상) [9개교] | 1 | 3, 11, 24, 20 | 13, 23, 27, 14 |
| | C(중) [14개교] | 21, 16, 19 | 8 | 5, 4, 10, 18, 2, 9, 7, 17, 25, 22 |
| | | α (높음) [5개교] | β (중간) [7개교] | γ (낮음) [15개교] |
| 총 투 입 비 용 | | | | |

주 : 1부터 27까지의 숫자는 분석 대상이 된 27개 대학에 무작위로 부여한 번호임.

값은 0을 가지도록 보정하여 모든 대학이 0과 100 사이의 값을 가지도록 하였다. 그리고, 3가지 집단을 구분하는 경계값을 33.3(1/3)과 66.7(2/3)으로 설정하여 평가대상 대학을 100~66.7, 66.7~33.3, 33.3~0 중의 하나에 위치시켰다. 학생수준은 본 연구의 대상이 된 대학들이 모두 중위권 이상이어서 A(상), B(중상), C(중)의 3단계로 구분하였으며, 총투입비용은 그것의 상대적 크기에 따라 α (높음), β (중간), γ (낮음)로 구분하였다 (표 2. 참조).

또한, 본 연구에서는 진학률과 취업률의 상대적 비중이 (100% : 0%), (50% : 50%), (0% : 100%)인 각 경우에 나타난 효율성 값에 따라 평가 대상 대학을 4가지 등급으로 구분하였다. 즉, 진학 중심 대학평가, 일반적 대학평가, 취업 중심 대학평가 각각의 경우에 효율성 지표가 높은 상위 6개 대학에는 a등급을, 그 이하는 7개 대학씩 묶어서 b, c, d 등급을 할당하였다. 이와 같이 성과지표에 따라 분류한 등급을 앞서 학생수준 및 총투입비용에 따라 분류한 9가지 그룹과 연결시켜 해석하면, 각 집단별로 효율성 지표의 변화 추이를 고찰할

수 있을 뿐만 아니라, 각 대학이 효율성을 향상시키기 위해서 어떤 대학을 참조해야 하며 어떤 투입요소를 조정해야 하는지에 대한 현실적인 정보를 얻을 수 있다.

III. 분석 결과

1. 진학 중심 대학평가

진학률에 100%의 가중치를 부여할 때 학생수준 및 총투입비용에 따른 유형별 분석 결과는 <표 3>과 같으며, <표 4>는 진학 중심 대학평가의 경우에 나타난 참조관계를 참조의 정도에 따라 구분하여 나타내고 있다.

진학 중심 대학평가에서 가장 주목할 만한 특징은 연구 대상이 되는 거의 모든 대학이 26번 대학을 참조한다는 점에 있다. 진학 중심 대학평가에서 대부분의 대학이 26번 대학을 참조하고 있긴 하지만, 학생수준은 대학 당국이 통제하기에 곤란하므로 B, C 그룹의 대학이 A그룹의 26번 대학을 참조하는 것은 비현실적으로 판단된다. 따라서, 26번 대학에 대하여 정책적

으로 유의미한 참조관계로 분석할 필요성이 있는 대학은 A그룹에 속한 6번, 12번, 15번 대학이라 할 수 있다.

이와 관련하여 26번 대학은 총투입비용이 낮은 그룹에 속한 반면 A그룹에 속한 나머지 3개 대학은 상대적으로 총투입비용이 높게 나타나고 있는데, 이것은 6번, 12번, 15번 대학이 효율성을 향상시키기 위해서는 투입의 규모를 축소시키는 것이 바람직하다는 점을 시사하고 있다. 투입요소 비중의 측면에서 A그룹에 속한 4개의 모든 대학은 4번 투입요소인 교수의 급여를 효율적으로 사용하고 있으나, 12번 및 15번 대학의 경우에는 2번 투입요소를 비효율적으로 사용하고 있는 것으로 나타나 토지에 대한 투

자를 감소시킬 필요가 있다는 점을 보여준다.

한편, 24번 대학을 참조하는 대학은 26번 대학이 효율적으로 사용하지 못하고 있는 3번 투입요소도 효율적으로 사용하고 있는 특성을 보이고 있다. 이것은, 24번 대학을 참조하는 대학이 3번 투입요소에 대한 투자를 어느 정도 증가시키므로써 교육의 효율성을 제고할 수 있는 여지를 가지고 있다는 의미로 해석할 수 있다. 즉, 24번을 참조하는 대학이 α 와 β 그룹에 속해 있어서 총투입비용을 증가시키는 것은 곤란하지만, 다른 투입요소에서 절감한 비용을 실험실습비로 투자하는 전략을 취하는 것은 권장할 만하다.

<표 3> 진학 중심 대학평가에서의 유형별 분석

| | | | | |
|------------------|-----------|---|---|---|
| 학 생 수 준 | A (상) | 12(a, 0.76) | 15(a, 0.80) 6(c, 0.12) | 26(a, 1.00[25]) |
| | B (중상) | 1(c, 0.11) | 3(a, 0.56) 11(a, 0.30) 24(a, 1.00[6]) 20(b, 0.25) | 13(b, 0.44) 23(b, 0.20) 27(c, 0.19) 14(c, 0.26) |
| | C (중) | 21(b, 0.51) 16(c, 0.24) 19(d, 0.05) | 8(b, 0.44) | 5(b, 0.20) 4(b, 0.25) 10(c, 0.19) 18(c, 0.12) 2(d, 0.10) 9(d, 0.10) 7(d, 0.09) 17(d, 0.04) 25(d, 0.06) 22(d, 0.03) |
| | | α (높음) | β (중간) | γ (낮음) |
| 총 투입 비용 | | | | |

주: 진한 이탤릭체로 표시된 대학은 효율성 지표가 1인 대학을 의미함. 표의 내용을 판독하는 방법과 관련하여 26(b, 1.00[1])의 경우를 예로 들면, 26은 평가대상 대학, b는 해당 대학의 성과 등급, 1.00은 효율성 지표, [1]은 참조횟수를 나타냄. <표 5> 및 <표 7>의 경우도 동일함.

<표 4> 진학 중심 대학평가에서의 참조관계

| 효율적인 대학이 속한 그룹 | 참조되는 대학 (효율적인 투입요소) | 참조하는 대학(효율적인 투입요소) | | |
|----------------|---------------------|--|---|---------|
| | | 1 순위 참조 | 2 순위 참조 | 3 순위 참조 |
| A γ | 26 (4) | 1 (1, 3)-B α 2 (,4)-C γ 4 (3, 4)-C γ 5 (,4)-C γ 6 (,4)-A β 7 (1,)-C γ 9 (1,)-C γ 10 (1,)-C γ 11 (,4)-B β 12 (,4)-A α 13 (3)-B γ 14 (1,)-B γ 15 (,4)-A β 16 (1,)-C α 17 (,4)-C γ 18 (3)-C γ 20 (1, 3)-B β 21 (1,)-C α 22 (,4)-C γ 23 (1,)-B γ 25 (3)-C γ 27 (1,)-B γ | 3 (3, 4)-B β 8 (3, 4)-C β 19 (3, 4)-C α | |
| B β | 24 (1, 3, 4) | 3 (3, 4)-B β 8 (3, 4)-C β 19 (3, 4)-C α | 1 (1, 3)-B α 4 (3, 4)-C γ 20 (1, 3)-B β | |

주: ()안에 적힌 숫자는 투입요소를 나타내는데, 1은 학생 1인당 장학금 수혜액, 2는 학생 1인당 토지의 연간기획비용, 3은 학생 1인당 실험실습비, 4는 학생 1인당 교수 급여를 의미함. <표 6> 및 <표 8>의 경우도 동일함.

2. 일반적 대학평가

진학률과 취업률의 상대적 비중이 (50% : 50%)인 경우의 분석 결과는 <표 5>과 같으며, <표 6>은 이 경우에 해당하는 참조관계를 보여주고 있다.

참조 비율이 낮거나 자기 참조만 하는 대학을 배제했을 때, 효율적인 대학의 대부분은 투입비

용이 낮은 그룹에 속해 있다. 특히, B그룹에 해당하는 대학들의 경우에는, β 에 속하는 대학들의 절대적인 성과지표가 γ 에 속하는 대학들보다 우수하지만, 의미있는 효율적인 대학은 모두 γ 에 속하는 것으로 나타났다. A그룹의 경우에는 26번 대학이 효율적이지만 A그룹의 비효율적 대학들은 C그룹의 대학을 참조하고 있

기 때문에, 학생수준에 대한 통제가 거의 불가능하다는 현실을 감안할 때 정책적으로는 무의미한 결론이라 할 수 있다.

$B\beta$, $C\alpha$, $C\beta$ 에 속한 비효율적인 대학들은 전반적으로 $B\gamma$ 에 속한 대학들을 참조하는 경향을 보이고 있어서 일반적 대학평가에서는 $B\gamma$ 그룹의 대학이 가장 효율적이라고 평가할 수 있다. 특히, $B\beta$ 그룹의 $B\gamma$ 그룹에 대한 참조는 규모에 따라 체감하는 특성을 가진 것으로 나타나고 있으므로, 효율적인 투입요소에 대하여 투자를 증대시키는 것보다는 비효율적 요소에 대한 과대투자를 제거하는 것이 바람직한 정책 방향임을 시사하고 있다. 그리고, 참조되는 대학과 참조하는 대학들의 효율적인 투입요소들을 근거로 판단해 보았을 때, 일반적 대학평가의 경우에는 토지에 대한 기회비용을 축소시키는 것이 가장 효과적인 방안이라 할 수 있다.

$C\gamma$ 에 속한 대학들은 대부분 그룹 내부에서 참조관계가 발생하고 있다. A그룹의 대학들이 참조하는 2번 대학을 배제하면, 10번과 25번 대학을 의미 있는 벤치마킹 대학으로 볼 수 있다. 10번 대학은 1, 3, 4의 투입요소를 효율적으로 이용하고 있고 10번 대학을 참조하는 다른 대학들은 공통적으로 4번 투입요소를 효율적으로 이용하고 있는 것으로 나타나, 10번 대학의 벤치마킹의 의미는 4번 투입요소에서 찾을 수 있을 것이다. 즉, $C\gamma$ 에 속한 대학의 경우에는 다른 투입요소보다 학생 1인당 교수 급여에 집중적으로 투자하면 보다 좋은 성과를 기대할 수 있을 것이다. 반면, 25번 대학을 참조하는 다른 대학들은 4번 투입요소의 규모가 작다는 공통점을 가지고 있으므로 토지에 대한 투자를 효과적으로 수행할 필요가 있다.

<표 5> 일반적 대학평가에서의 유형별 분석

| | | | | |
|------------------|-----------|--|---|--|
| 학 생 수 준 | A (상) | 12(a, 0.94) | 15(b, 0.80) 6(c, 0.86) | 26(b, 1.00[1]) |
| | B (중상) | 1(c, 0.67) | 24(a, 1.00[5]) 11(a, 0.73) 20(a, 0.80) 3 (b, 0.68) | 23(a, 1.00[0]) 27(b, 1.00[1]) 13(c, 1.00[6]) 14(b, 1.00[7]) |
| | C (중) | 21(c, 1.00[1]) 16(c, 0.92) 19(d, 0.70) | 8(c, 0.85) | 10(b, 1.00[9]) 4(d, 0.75) 5(a, 0.75) 22(d, 0.46) 25(b, 1.00[3]) 17(d, 0.80) 18(d, 0.67) 2(d, 1.00[5]) 7(d, 0.94) 9(c, 0.84) |
| | | α (높음) | β (중간) | γ (낮음) |
| 총 투입 비용 | | | | |

<표 6> 일반적 대학평가에서의 참조관계

| 효율적인 대학이 속한 그룹 | 참조되는 대학 (효율적인 투입요소) | 참조하는 대학(효율적인 투입요소) | | |
|----------------|---------------------|--|--|--|
| | | 1 순위 참조 | 2 순위 참조 | 3 순위 참조 |
| A γ | 26 (1, 2) | | 18 (2, 3)-C γ | |
| B β | 24 (1, 3, 4) | | 8 (3, 4)-C β | 1 (1, 3, 4)-B α 3 (1, 3, 4)-B β 16 (1, 3, 4)-C α 20 (1, 3, 4)-B β |
| B γ | 23 (1, 2, 3) | | | |
| B γ | 14 (1, 3, 4) | 3 (1, 3, 4)-B β 8 (3, 4)-C β 19 (1, 3, 4)-C α | 1 (1, 3, 4)-B α 4 (1, 3, 4)-C γ 20 (1, 3, 4)-B β | 22 (1, 3, 4)-C γ |
| B γ | 27 (1, 2, 3) | 7 (1, 2)-C γ | | |
| B γ | 13 (1, 3, 4) | 1 (1, 3, 4)-B α 9 (1,)-C γ 16 (1, 3, 4)-C α 20 (1, 3, 4)-B β | 3 (1, 3, 4)-B β | 4 (1, 3, 4)-C γ |
| C α | 21 (1, 3, 4) | | 16 (1, 3, 4)-C α | |
| C γ | 10 (1, 3, 4) | 4 (1, 3, 4)-C γ 5 (2, 4)-C γ 6 (1, 4)-A β 11 (1, 3, 4)-B β 15 (4)-A β 22 (1, 3, 4)-C γ | 7 (1, 2,)-C γ 12 (1,)-A α 17 (2, 3, 4)-C γ | |
| C γ | 25 (2, 3, 4) | 17 (2, 3, 4)-C γ 18 (2, 3)-C γ | 5 (2, 4)-C γ | |
| C γ | 2 (1, 3, 4) | 12 (1, 4)-A α | 6 (1, 4)-A β 11 (1, 3, 4)-B β 19 (1, 3, 4)-C α 22 (1, 3, 4)-C γ | |

3. 취업 중심 대학평가

취업률에 100%의 가중치를 부여할 때 분석 결과와 참조관계는 각각 <표 7> 및 <표 8>에 나타나 있다.

진학 중심 대학평가 및 일반적 대학평가와 달리 취업 중심의 대학평가에서는 A그룹에 속한 대학이 효율적인 경우는 전혀 나타나지 않았다.

따라서, A그룹의 대학은 취업 중심의 대학평가에서는 효율성 개선을 위한 현실적인 정책방안이 없는 것으로 간주할 수 있다. B그룹과 C그룹에 속한 대학의 경우에는 일반적 대학평가에서의 결과가 대부분 그대로 유지된 것처럼 보이지만, 세부적인 결과에 있어서는 중요한 차이점을 가지고 있다.

<표 7> 취업 중심 대학평가에서의 유형별 분석

| | | | | |
|------------------|-----------|--|--|--|
| 학 생 수 준 | A (상) | 12(d, 0.26) | 6(b, 0.87) 15(d, 0.42) | 26(d, 0.29) |
| | B (중상) | 1(b, 0.72) | 24(a, 1.00[4]) 11(b, 0.62) 20(a, 0.81) 3(c, 0.55) | 27(b, 1.00[11]) 13(c, 1.00[2]) 23(a, 1.00[4]) 14(a, 1.00[7]) |
| | C (중) | 16(c, 1.00[0]) 21(c, 0.87) 19(c, 0.74) | 8(c, 0.84) | 25(a, 1.00[4]) 18(d, 0.87) 10(a, 1.00[9]) 5(b, 0.67) 17(b, 0.82) 22(d, 0.49) 9(b, 0.98) 2(c, 1.00[6]) 7(d, 0.99) 4(d, 0.70) |
| | | α (높음) | β (중간) | γ (낮음) |
| 총 투입 비용 | | | | |

<표 8> 취업 중심 대학평가에서의 참조관계

| 효율적인 대학이 속한 그룹 | 참조되는 대학 (효율적인 투입요소) | 참조하는 대학(효율적인 투입요소) | | |
|----------------|---------------------|--|--|---|
| | | 1 순위 참조 | 2 순위 참조 | 3 순위 참조 |
| B β | 24 (1, 3, 4) | | 8 (3, 4)-C β 20 (1, 3, 4)-B β | 1 (1, 3, 4)-B α 3 (1, 3, 4)-B β |
| B γ | 23 (1, 2, 3) | 1 (1, 3, 4)-B α 20 (1, 3, 4)-B β | 3 (1, 3, 4)-B β | 4 (1, 3, 4)-C γ |
| B γ | 14 (1, 3, 4) | 3 (1, 3, 4)-B β 4 (1, 3, 4)-C γ 8 (3, 4)-C β 19 (1, 3, 4)-C α | 1 (1, 3, 4)-B α | 20 (1, 3, 4)-B β 22 (1, 3, 4)-C γ |
| B γ | 27 (1, 2, 3) | 7 (1, 2)-C γ | | |
| B γ | 13 (1, 3, 4) | 9 (1)-C γ 21 (1)-C α | | |
| C α | 16 (1, 3, 4) | | | |
| C γ | 10 (1, 3, 4) | 5 (2, 4)-C γ 6 (1, 4)-A β 11 (1, 3, 4)-B β 17 (2, 3, 4)-C γ 22 (1, 3, 4)-C γ | 4 (1, 3, 4)-C γ 7 (1, 2,)-C γ 12 (1, 4)-A α 15 (2, 4)-A β | |
| C γ | 25 (1, 2, 3, 4) | 18 (2,)-C γ 26 (2,)-A γ | 5 (2, 4)-C γ 17 (2, 3, 4)-C γ | |
| C γ | 2 (1, 3, 4) | 15 (2, 4)-A β 12 (1, 4)-A α | 6 (1, 4)-A β 11 (1, 3, 4)-B β 19 (1, 3, 4)-C α 22 (1, 3, 4)-C γ | |

B그룹의 대학들이 참조하고 있는 대학은 일반적 대학평가의 경우와 유사하지만, 효율성 개선방안에서는 상이한 결과를 보인다. 즉, 일반적 대학평가에서는 규모가 증가할수록 효율성이 감소하는 특성을 가지고 있으나, 취업 중심 대학평가에서는 규모가 증가함에 따라 효율성도 향상되는 특성을 가진 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 대학들이 취업 중심 대학으로 발전하려면 효율적인 요소에 대한 투자를 증대시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 그러나, 효율적인 대학 중 1순위 참조대상이 되는 대학은 모두 γ 그룹에 속해 있고 참조하는 대학은 α 와 β 그룹에 속해 있다는 점을 고려한다면, B그룹에 속한 비효율적인 대학은 오히려 전체적인 투입비용의 규모를 축소할 필요성을 가지고 있다. 이상의 논의를 종합하면, B그룹에 속한 비효율적인 대학이 효율성을 증대시키기 위해서는 투자증대의 규모보다 더욱 큰 폭으로 비효율적인 요소에 대한 기회비용을 감소시켜야 할 것으로 보인다.

C그룹의 경우에는 $C\alpha$, $C\beta$ 에 속한 대학이 모두 B그룹의 대학을 참조하고 있는 반면, $C\gamma$ 에 속한 대학은 참조관계가 그룹 내에서만 이루어지고 있는 특징을 보이고 있다. B그룹의 대학을 논외로 하면, 벤치마킹의 대상이 되는 대학으로는 10번 대학과 25번 대학을 들 수 있다. 여기서 10번 대학은 2번 투입요소인 토지에 대한 기회비용을 비효율적으로 사용하고 있는 반면, 25번 대학은 모든 투입요소를 효율적으로 사용하고 있다. 참조관계에 있어서도 2번 투입요소에서 비효율적으로 나타난 대학들은 10번 대학을, 모든 투입요소에서 효율적인 대학들은 25번 대학을 참조하는 관계가 유지됨으로써, 2번 투입요소의 효율성 여부가 참조관계를 구분하는 관건이 된다고 할 수 있다.

IV. 정책적 함의

본 연구에서 도출된 분석결과를 중심으로 공과대학의 발전방향 및 공학교육평가와 관련된 정책적 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 상위권 대학은 투자의 효율성을 제고하면서 진학 중심 대학으로 특성화하는 것이 바람직하다. 상위권 학생들을 가르치는 대학의 경우에는 진학 중심으로 특성화하는 것이 진학과 취업을 동시에 추구하거나 취업 중심으로 특성화하는 것에 비해 바람직하다는 결과가 도출되었다. 또한, 상위권 대학들은 총투입비용의 규모가 대체로 큰 것으로 나타나, 투자규모의 확대에 노력을 집중하기보다는 투입비용의 낭비적 요소를 최대한으로 줄이는 방향으로 대학을 운영해야 한다. 투입요소의 비중과 관련하여 상위권 대학들은 토지를 가장 비효율적으로 사용하고 있는 반면 교수 급여를 가장 효율적으로 사용하고 있어서, 상위권 대학이 공학교육의 효율성을 제고하기 위해서는 토지에 대한 투자를 절감하고 교수의 급여를 증가시키는 방향으로 대학예산을 집행해야 할 것으로 보인다.

둘째, 중상위권 대학의 경우에는 진학과 취업을 동시에 추구하거나 취업에 중점을 두는 두 가지 방향의 대안이 주어져 있으나 대체로 취업 중심으로 특성화할 때 교육의 효율성을 제고할 수 있다. 중상위권 대학이 취업 중심으로 특성화할 경우에는 투입요소를 크게 변화시키지 않고도 효율성을 향상시킬 수 있지만, 특성화를 추구하지 않고 모든 부분에서 교육성과를 높게 하려면 많은 교육재원이 요구되어 취업 중심의 교육성과만을 추구할 때 달성할 수 있는 효율성에 훨씬 못 미치게 되는 결과가 유발되는 것이다. 물론 중상위권에 속한 대학은 각 대학이 처해 있는 여건에 따라 일정한 방향을 선택하겠지만, 본 연구의 결과에 따르면, 취업

중심으로 특성화를 이루는 것이 효율성을 견지하면서도 절대적인 성과도 높일 수 있는 방안으로 보인다. 또한, 중상위권 대학의 경우에는 토지에 대한 연간기회비용을 제외한 다른 투입요소들을 비교적 효율적으로 사용하고 있는 것으로 나타나, 토지에 대한 투자를 다른 부분으로 전환하는 방향으로 대학예산을 집행해야 할 것으로 보인다.

셋째, 중위권 대학은 취업 중심으로 특성화하면서 투자 규모를 다소 증가시키는 방향으로 발전되어야 할 것이다. 중위권 대학의 경우는 상위권 대학과는 반대로 취업 중심으로 특성화할 때 대부분의 대학들이 절대적 성과와 효율성 지표가 향상되는 것으로 나타나 취업 중심으로 교육목적을 특성화하는 것이 교육의 효율성을 제고할 수 있는 유력한 방법이라 할 수 있다. 특히, 중위권 대학들은 자신과 유사한 환경에 있는 대학을 참조하고 있는 것으로 나타나 투입요소에 대한 배분상태를 크게 변화시키지 않고서도 효율성을 제고할 수 있는 강점을 가지고 있다. 또한, 중위권 대학들은 취업 중심의 기준에서 2/3 정도가 투자규모를 증대시킬수록 효율성이 증가하는 단계에 위치하고 있는 것으로 나타나, 공학교육의 효율성을 향상하기 위해서는 각 투입요소에 대한 투자의 비중을 조절하면서도 전체적인 투자규모는 증대시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

넷째, 공학교육은 유형별로 특성화된 기준에 입각하여 평가되는 것이 바람직하다. 본 연구의 결과에 따르면, 상위권 대학의 경우에는 교육투자의 효율성을 높이는 것이 효과적인 반면 중위권 대학의 경우에는 투자규모의 확대와 투자의 효율성을 동시에 추구하는 것이 효과적이다. 그렇다면, 공학교육을 평가하는 데 있어서도 상위권 대학 혹은 진학 중심 대학의 경우에는 효율성 평가 위주의 평가방법을, 중위권 대학 혹

은 취업 중심 대학의 경우에는 투입비용의 절대규모를 감안한 효율성 평가방법을 사용하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 이처럼 대학의 유형별로 특성화된 평가방법을 적용하게 되면, 현실적 여건이 유사한 대학간에 선의의 경쟁이 유도되어 우리 나라 공학교육의 효율성이 전반적으로 향상되는 결과가 촉진될 수 있을 것이다. 공학교육의 효율성을 제고하기 위해서는 기존의 획일적인 평가방법에서 벗어나 대학의 유형별로 세분화되고 특성화된 평가기준을 마련하고 이를 시행하는 것이 매우 시급하다고 할 수 있다.

다섯째, 기존의 평가방식을 급격히 변화시키는 데 현실적인 제약이 따른다면, 효율성 평가의 결과를 기존의 평가방식에 반영하여 개선하는 방법도 생각해 볼 수 있다. 가중합 평가방식에 사용되는 여러 투입요소들에 대하여 효율성 분석을 시행하면, 효율적으로 사용하고 있는 투입요소와 그렇지 못한 투입요소를 구별할 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 각 대학이 비효율적으로 사용하고 있는 투입요소에 대한 가중치는 줄이고 효율적으로 사용하고 있는 투입요소에 대한 가중치는 높이게 되면, 신규투자가 효율적인 항목에 집중되어 국가전체적으로 교육재원이 보다 효과적으로 배분되는 결과가 유발될 것이다.

여섯째, 본 연구에서 시도한 효율성에 입각한 공학교육평가모형은 공과대학뿐만 아니라 다른 교육기관이나 학문분야에도 확대적용될 수 있다. 특히, 공업계 전문대학이나 공업계 고등학교의 경우에는 공과대학에 비해 교육목적이 더욱 집중되어 있으므로 효율성 기준에 의한 교육평가가 매우 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이러한 평가모형이 반드시 공학분야에만 한정되어야 할 필연성은 없으므로 적절한 평가지표의 개발이 선행된다

면 다른 학문분야에 적용하는 것도 시도해 볼 가치가 있다.

그러나, 본 연구에서 시도해 본 방법이 몇 가지 한계점을 가지고 있는 것은 부인할 수 없는 사실이다. 우선, 본 연구의 분석 대상은 공과대학의 학부교육에 중점이 주어져 있다. 대학원의 존재와 역할은 학부교육에 큰 영향을 미치며 대부분의 공과대학이 학부과정은 물론 대학원 과정도 운영하고 있는 현실에 비추어 볼 때, 공과대학의 효율성을 종합적으로 분석하고 공과대학의 발전방향을 본격적으로 모색하기 위해서는 학부과정은 물론 대학원과정에 대한 평가가 필수적인 것으로 보인다. 또한, 본 연구에서는 한정된 연도만의 자료를 사용했기 때문에 분석결과가 어느 정도 안정적인지 판단하기 어렵다. 실제로 특정한 시기에 효율적인 조직이 다른 시기에도 반드시 효율적인 것은 아니며, 해당 데이터가 다년간의 시계열일 경우에 참조대상을 보다 효과적으로 선정할 수 있다. 따라서, 보다 정밀한 평가모형을 구축하기 위해서는 다년간의 자료에 입각하여 각 대학별 투입요소의 증감에 따라 효율성의 추세가 어떻게 변화하는지에 대한 분석이 절실히 필요하다. 마지막으로, 본 연구는 학생수준의 변동이 쉽지 않다는 점을 감안하여 A, B, C 각 그룹 내부에서 해당 대학의 효율성을 측정하고 발전방향을 논의하는 데 초점을 두었다. 이러한 점은 대부분의 실증분석이 가진 한계이긴 하지만, 중장기적으로 중위권 대학이 상위권 대학으로 발전할 수 있는 가능성을 배제할 수는 없다. 보다 심도 있는 대학평가가 이루어지기 위해서는 각 대학의 발전 가능성을 포괄할 수 있는 동태적인 평가모형 구축이 필요할 것이다.

參 考 文 獻

- 고상원, "인력양성과 교육훈련 시스템", 이공래·송위진 외, 「한국의 국가혁신체제: 경제위기 극복을 위한 기술혁신정책의 방향」, 과학기술정책관리연구소, 1998.
- 김태유 외, 「국내 전력산업의 경쟁력 국제비교 및 향상방안에 관한 연구」, 한국전력공사, 1998.
- 매일경제신문사, 「지식혁명보고서」, 1998.
- 서상혁·송성수·김석관·정진화 외, 「산업기술인력 실태조사에 근거한 인력수급 원활화 방안 연구」, 산업자원부, 1998.
- 양정식, 「DEA를 이용한 정부투자기관의 효율성 분석」, 고려대 박사학위논문, 1989.
- 이종일·송성수·김태유·허은녕 외, 「효율성 중심의 공학교육 평가모형 구축방안 연구」, 산업기술정책연구소/서울대학교 공학연구소, 1999.
- 정진화, 「고학력화와 인력정책의 방향」, 산업연구원, 1996.
- 한국대학교육협의회, 「'93년도 대학학과평가: 자체 평가보고서」, 1993.
- 허은녕·김태유, "효율성에 근거한 공학교육 평가모형: DEA분석", 「1998년도 공학교육학술대회 논문집」, 한국공학기술학회, 1998.
- Beasley, J.E., "Determining Teaching and Research Efficiencies," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 46, 1995, pp. 441-452.
- Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
- Charnes, A., W. W. Cooper, A. Y. Lewin and L. M. Seiford, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- Chilingeria, J.A., "Evaluating Physician Efficiency in Hospitals: A Multivariate Analysis of Best Practices," *European Journal of Operational Research*, Vol. 80, 1995, pp. 548-574.
- Dertouzos, M.L., R.K. Lester, and R.M.

- Solow, *Made in America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge, MA: MIT Press, 1989.
- Golany, B., Y. Roll, and D. Rybak, "Measuring Efficiency of Power Plants in Israel by DEA," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 41, 1994, pp. 291-301.
- Lovell, C.A.K., L.C. Walters and L.L. Wood, "Stratified Models of Education Production Using Modified DEA and Regression Analysis," in A. Charnes, W.W. Cooper, A.Y. Lewin, and L.M. Seiford (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, New York: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- OECD, *The Knowledge-Based Economy*, 1996.
- Sarrico, C.S., S.M. Hogan, R.G. Dyson, and A.D. Athanassopolous, "Data Envelopment Analysis and University Selection," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 48, 1997, pp. 1163-1177.
- Thanassoulis, E., "Altering the Bias in Differential School Effectiveness Using Data Envelopment Analysis," *Journal of Operational Research Society*, Vol. 47, 1996, pp. 882-894.
- Vassiloglo, M. and D. Giokas, "A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 41, 1990, pp. 591-598.
- Yunos, J.M. and D. Hawdon, "The Efficiency of the National Electricity Board in Malaysia: An Inter-country Comparison Using DEA," *Energy Economics*, Vol. 19, 1997, pp. 255-269.