

자료포락분석(DEA)을 이용한 산학협력단의 상대적 효율성 평가

염 동 기*

신 현 대**

Ⅰ. 서론	Ⅳ. 산학협력단의 상대적 효율성 측정결과
Ⅱ. 이론적 배경	Ⅴ. 결 론
Ⅲ. 연구방법	

〈요 약〉

지식기반 경제사회에서 산학협력력은 교육, 연구와 더불어 대학의 주요한 역할로 자리매김하고 있다. 우리나라에서는 1990년대 중반부터 산학협력의 중요성이 인식되었으며, 본격적인 산학협력은 2004년 산학협력단이 설립되면서부터 본격화되었다. 우리나라와 같이 산학협력의 역사가 짧은 상황에서 산학협력의 선순환체계를 효율적으로 구축하기 위해서는 산학협력단과 같은 산학협력 모델의 효율성을 분석하고 효율성 제고를 위한 방향을 제시할 필요가 있다. 이에 본 연구는 자료포락분석(DEA)을 이용하여 46개 종합대학(재학생 15,000명 이상)의 산학협력단을 대상으로 산학협력단의 상대적 효율성을 평가하였다. DEA 모형 중 CCR 모형과 BCC 모형에 추가하여 SBM 모형을 통해 상대적 효율성을 비교하였고, 비효율성의 원인 및 정도와 참조기관을 분석하였다. 다수의 효율적 산학협력단을 대상으로 DEA/AP 모형을 통해 초효율성 순위분석을 실시하였다. 분석 결과 SBM 모형의 효율성 점수가 CCR 모형과 BCC 모형에 비해 낮게 측정됨으로써 대부분의 분석 대상에 비방사형 잔여가 존재하고 있음을 알 수 있었다. 초효율성 순위분석 결과 가장 효율적인 기관은 분석 대상 산학협력단의 61% 참조기관을 가진 지방 국공립대학의 산학협력단이었다. 본 연구의 분석결과를 통해 산학협력의 중개조직인 산학협력단의 효율성과 경쟁력을 제고 하는데 있어 주요한 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

【주제어: 산학협력단, 자료포락분석, 효율성, 초효율성】

* 서울대학교 행정대학원 박사수료(ydk99@snu.ac.kr)

** 성균관대학교 기획조정처 차장, 행정학 박사(skku0914@skku.edu)

논문접수일(2013.1.25), 수정일(2013.3.11), 게재확정일(2013.3.20)

I. 서론

지식기반 경제사회가 가속화됨에 따라 세계 각국은 기술주도권 확보를 통한 국가경쟁력의 지속적인 우위를 확보하기 위해 기존의 생산요소에 더하여 산학연이 하나가 되는 국가 혁신시스템을 주요 성장전략으로 추진하고 있다(송완홍, 2006). 유형 자산 위주의 산업사회에서 기술력, 지적재산권 등의 무형자산이 주가 되는 지식기반사회로 이행되고 있는 현실에서 과학과 기술혁신의 패러다임 변화는 더욱더 광범위한 산학연협력을 요구하고 있는 것이다(교육과학기술부, 2012b).

이에 따라 대학은 교육과 연구의 역할과 더불어 연구결과물을 활용하는 산학연협력을 통해 대학재정에 기여할 뿐 아니라 개방형 혁신을 통해 국가 성장 동력을 창출함으로써 지속적인 국가경제발전의 기초를 제공해야 한다는 역할로 전환되고 있다(국가과학기술위원회, 2011). 이제 대학은 개방형 혁신의 관점에서 산학연협력을 기반으로 현장 중심, 글로벌 경쟁력을 갖춘 인재양성을 위한 교육시스템 개선, 그리고 대학연구실의 지속적이고 안정적인 연구개발을 위한 선순환형 연구기반 구축을 위한 노력을 해야 하는 국가적·사회적 필요성이 가중되고 있는 것이다.

우리나라에서는 2000년 이후부터 4년제 대학을 중심으로 산학연협력이 활성화 되어야 지식과 기술의 효율적인 창출·공유·확산이 가능하다는 인식이 확산되기 시작하였고 이에 기반하여 정부는 고등학교나 전문대학 수준에 초점을 두던 종전의 산학연협력 정책의 범위를 확대하여 4년제 대학에서의 산학연협력을 활성화하기 위한 다양한 정책을 수립·시행하게 되었다(교육인적자원부 외, 2002 ; 교육과학기술부, 2012a). 특히 2003년에는 「산학교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률」이 개정되어 산학협력단, 산학협력 전담교수, 학교기업, 협동연구소 등 산학협력과 관련된 제도들의 법적 근거가 마련되었다. 2003년 법 개정으로 도입된 ‘산학협력단’ 제도는 산학연협력을 위한 지식 및 기술 생산의 중개조직으로 산학연협력을 촉진하는 계기가 되었으며, 도입 초기부터 지금까지 다양한 산학연협력 정책 및 제도의 운영을 통해 산학연협력의 기틀을 마련하였다.

그러나 우리나라의 산학연협력은 지난 2000년 이후 양적으로 성장한 반면 공급자 중심의 정부주도형에 머물러 있고, 산학연간 상호 신뢰도 미흡, 실질적인 산학연협력 체제 부족, 수요자 중심 및 시장친화형 산학연협력 미흡 등의 문제점들이 지적되고 있다(장병집 외, 2005 ; 교육과학기술부, 2009 ; 김영생, 2011 ; 전인, 2012). 특히 산학연협력의 중개조직인 산학협력단은 제도적으로 구색을 갖추었고 연구비 관리기관으로서의 역할은 정착되었다고 평가되나 실질적인 산학연협력의 중심축으로서 활동하지 못하고 있으며 거버넌스 및 조직체계의

한계가 있는 것으로 평가되고 있으며(교육과학기술부, 2010), 많은 대학에서 산학협력단을 설립하기는 하였으나 산학협력단의 위상 및 역할 등에 대한 확고한 개념을 정립하지 못하고 있는 것으로 평가되고 있다(박영철, 2005: 18).

이러한 현실에서 산학연협력을 통한 개방형 기술혁신을 주도하고 선진 국가기술혁신체제 구축을 위한 산학연 활성화의 기반 체제 구축을 위한 산학협력단의 실질적인 역할을 평가하고 모색해 보는 것이 필요하다. 그러나 산학연협력에 관한 기존의 연구가 대부분 산학연협력 정책을 입안하고 지원하는 방안에 대한 연구에 한정되어 있으며, 산학연협력정책의 성과나 문제점 등에 대한 논의나 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 대학에서의 실질적인 산학연협력을 활성화하기 위해서는 정책과 제도를 마련하기 위한 연구 뿐 아니라 기존의 정책과 제도의 운영 현황 및 성과를 평가하는 연구가 중요하다(임창빈 외, 2009: 242).

본 연구는 이러한 문제의식에 근거하여 2004년 이후 대학 내에 별도 법인으로 설립되어 산학연협력의 주요한 중개조직으로 운영되고 있는 산학협력단을 대상으로 효율성 제고와 경쟁력 강화에 필요한 정보를 제공하기 위해 산학협력단의 상대적 효율성을 평가하고자 한다. 이를 위해 공공부문 및 비영리부문의 효율성 측정에 유용성을 갖는 방법으로서 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, 이하 DEA)을 활용하여 산학협력단의 상대적 효율성을 분석하고자 한다.

산학협력단의 상대적 효율성에 대한 정확한 분석과 평가를 위해 DEA 분석방법으로 기본적인 분석모형인 CCR 및 BCC 모형, 그리고 투입요소 및 산출요소의 방사적 잔여(radial slacks)와 비방사적 잔여(non-radial slacks)를 모두 고려하여 효율성을 측정하는 잔여기준모형인 SBM(Slacks-based Measure) 모형을 함께 사용하여 분석하고자 한다. 또한 DEA 분석 결과를 통해 추정된 효율적 산학협력단을 대상으로 DEA/AP 모형을 통해 초효율성 순위분석을 함께 실시하고자 한다.

이를 통해서 산학협력단의 현재 상황을 파악하여 산학협력단과 대학의 운영전반을 고려한 산학협력단의 발전방안 또는 재구조화 방안에 대한 정보를 제공하고자 하며, 정부 유관 기관에게는 산학연협력 선진화를 위한 기반구축의 주요한 중개조직인 산학협력단의 개선 방안 및 발전방향에 대한 의미 있는 시사점을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 산학연협력과 산학협력단

1) 산학연협력의 개념 및 유형

국내 산학연협력의 역사는 1960년대에 KIST 등 정부출연 연구기관을 설립하면서 초기에는 출연 연구기관을 중심으로 시작하였으며, 본격적으로는 대학의 연구 활동이 확립된 1990년대 후반 이후에 대학을 중심으로 추진되었다. 산학연협력은 산학연협력의 주체들 간의 상생발전을 위한 산학연 연계 활성화에 대한 요구의 지속적인 증대가 있어 왔으며, 산학연 주체들 간의 수요분석, 공동기획, 정보공유, 상호 협력방안을 모색하여 산학연협력 활성화를 촉진하자는 요구가 있어 왔기 때문이다.

산학연협력의 역사에 따라 산학연협력이란 용어는 산학협력, 산학협동, 산학연계, 산학연관협력 등 다양한 형태로 사용되고 있다. 우선 산학연협력은 기업, 학교, 연구기관의 협력을 기반으로 하고 있다. 산학연협력을 정의할 때 당사자 간의 관계와 당사자 간의 활동영역을 중심으로 분류하는 입장이 있다(임창빈 외, 2009: 244-245). 당사자 간의 관계를 중심으로 분류할 때는 협력을 강조하느냐 또는 네트워크를 강조하느냐에 따라 구분하며, 당사자 간의 활동영역 등을 중심으로 정의할 때에는 정부의 각종 추진정책이나 법규에서 산학연협력의 정의를 찾고 있다. 법적 규정을 살펴보면, 대학의 산학연협력을 활성화하기 위해 2003년에 개정된 「산학교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률」에서는 산학연협력을 산업교육기관과 국가, 지방자치단체, 정부출연기관 및 산업체 등이 상호 협력하여 행하는 ① 산업체의 수요와 미래의 산업발전에 따르는 인력의 양성, ② 새로운 지식·기술의 창출 및 확산을 위한 연구개발, ③ 산업체 등으로의 기술이전 및 산업자문 등의 활동으로 규정하고 있다.

산학연협력의 유형은 경제 발전의 수준, 주요산업기반, 해당사회 내에서의 위치, 연구역량, 정부기관의 속성, 사회문화적 환경, 산학협력의 발전단계 등의 여러 가지 변수에 따라 그리고 연구자들에 따라 다르게 나타난다(장병집 외, 2006 ; 임창빈 외, 2009 ; 교육과학기술부, 2012b). 산학연협력의 유형은 크게 산학연협력의 주체 간 협력관계, 내용별, 주체별, 기능별, 프로그램별로 구분해 볼 수 있다.

2) 산학협력단 설립 및 조직형태

산학협력단은 「산학교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률」에 근거하여 국내 대학에 설립된 별도법인으로 대학의 산학연협력 사업을 관리·지원하는 전담조직이다. 산학협력단의 설치를 계기로 대학이 산학연협력계약의 주체가 됨으로써 산학연협력이 촉진되었다. 산학협

력단은 대학의 장의 지도·감독을 받는 대학의 하부조직이나, 독립된 특수법인의 성격을 가진다.

산학협력단은 대학과 정부, 산업체 간의 증가하는 산학연협력 활동을 체계적으로 지원하고 산학연협력의 계약 및 성과 관리를 전담하며 산학연협력을 위한 재원을 통합·관리할 조직이 필요했기 때문에 설립이 되었으며, 산학연협력의 전담 지원조직의 설치로 산학연협력 참여 주체 간 신뢰와 안정성을 제고하기 위한 목적을 갖고 있다.

산학협력단의 조직형태는 대학의 설립형태, 목적 등에 따라 다양한 형태로 분류된다. 2012년 교육과학기술부에서 실시한 「대학산학협력실태조사」에 따르면 대학 조직구조 및 연구기능에 따른 구분과 단장의 지위에 따른 구분으로 분류할 수 있다(교육과학기술부 2012b). 대학 조직구조 및 연구기능에 따른 구분은 독립형, 병렬형, 연계형, 통합형으로 구분된다. 독립형의 경우 교내연구는 타 본부 부서에서 담당하고 산학협력단은 교외연구만 담당하며 단장은 본부 부서장과 겸임하지 않는다. 병렬형은 교내연구는 연구처에서 교외연구는 산학협력단에서 역할을 하며 연구처장과 단장은 겸임하지 않는다. 연계형은 연구처의 교내연구기능과 산학협력단의 교외연구기능이 분리되어 있지만 연구처장 또는 일부직원이 연구처와 겸임을 하고 있는 형태이다. 통합형은 산학연구처 또는 산학협력단에서 교내외를 통합관리하며 연구처와 산학협력단이 통합되어 있는 조직형태이다. 단장의 지위에 따른 구분은 총장/부총장형, 실장/본부장/처장형, 기타 교무위원형, 센터장형으로 분류할 수 있다.

2. 선행연구 분석을 통한 DEA 적용의 시사점

공공부문의 성과평가에 대한 많은 선행 연구들이 성과 평가의 범주 및 유의미성에 대한 연구를 수행해 왔다. 그러나 실제로 공공부문의 산출물을 측정하고 성과를 개선하고자 하는데 있어 여러 가지 고려를 해야 할 것들이 있다. 특히 공공부문의 성과를 측정함에 있어 목표설정의 어려움, 평가대상의 선정 및 지표개발의 어려움, 평가역량 부족 등의 문제점들이 해결되어야 한다. 그렇지만 공공부문 평가의 어려움이 다소 해결된다고 해도 평가자가 어떠한 성과 측정 수단을 선택했는가에 따라 평가의 결과가 달라질 수 있다. 즉 평가자가 어떠한 측정 수단을 선택했는가에 따라 평가의 결과가 달라질 수 있다(Sean 외, 2006: 101-102). 그리고 공공부문의 경우 금액으로 환산하기 힘든 복수의 투입과 산출이 이루어지기 때문에 효율성을 측정하는 것이 어렵고, 이에 따라 효율성 향상을 위한 환류장치가 제대로 작동하기 힘든 상황이라는 것이다. 또한 대상 조직이 평가 등 외부의 환경에 대하여 어떠한 입장(stance)과 행동(action)을 선택하는가에 따라 평가의 결과가 달라질 수 있다(Andrews 외, 2006: 52).

공공부문의 효율성 측정을 위하여 비율분석법, 생산성지수법, 함수적 접근방법과 같은 많은 측정방법들이 개발되고 활용되어 왔으나, 이러한 문제점을 해결하는 데는 일정한 한계를 보여 왔다. 특히 공공부문의 효율성 측정을 위해 널리 활용되고 있는 비율분석법은 비율별 가중치 설정의 주관성 때문에 적용상 한계가 있으며, 생산성 지수법 및 함수적 접근방법은 공공부문의 투입산출 기술에 대해 검증되지 않은 함수형태를 가정하고 있다는 점에서 효율성 측정을 상당부분 왜곡할 가능성이 있다(윤경준, 2003: 9 ; 신현대, 2006: 46 ; 이석열, 2009: 28).

전통적인 효율성 측정방법의 한계를 극복할 수 있는 대안으로 최근에 각광을 받고 있는 방법론이 변경분석(frontier analysis)이며, 변경분석의 주요 방법론 중의 하나가 DEA이다(유금록, 2007: 156). DEA는 자료포락분석기법, 비모수효율성분석법 등으로 불리며 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출물을 생산하는 유사한 환경에 놓인 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 DMU¹⁾)들의 효율성을 상호 비교 분석하는 방법이다(김성호 외, 2007: 7 ; 이정동 외, 2010: 3-4). DEA는 1970년대 후반 Charnes, Cooper, Rhodes(1978)에 의해 개발된 선형계획기법으로 영리기관의 효율성 평가방법(비율분석, 회귀분석 등)이 지닌 문제점을 개선하여 비모수적 방법에 의해 개발된 모형이며 이는 대상 집단을 효율적인 집단과 비효율적인 집단으로 구분한 Farrell(1957)의 효율성 개념²⁾을 새롭게 해석하고 이를 다수 투입물과 다수 산출물과의 비율모형으로 연장한 기법이다(김성호 외, 2007: 83-92). 최근 공공부문 또는 비영리부분의 효율성을 측정하기 위한 적절한 방법으로서 그 유용성을 인정받아왔고, 이후 이론적·실증적 논의가 가히 폭발적으로 증가하여 왔다. 국내의 경우에도 1990년대 이후 효율성 평가 기법으로 활용이 급증하고 있다(유금록, 2007: 157; 김성훈, 2008: 2).

DEA는 여러 가지 다양한 모형이 있으며 DEA 모형이 가지는 기본적 논리를 기반으로 몇 가지 기법을 부가하고 변형하면서 다양한 모형으로 발전하게 되었다(김건위, 2005: 89-90; 유금록, 2006: 155-185; 이경희 외, 2007: 182-185; 권영훈 외, 2010: 185-186; 유금록, 2011: 61-70). DEA 모형들을 구분하기 위한 기준은 ① 투입과 산출의 관계가 규모에 대한 수익불

1) DMU는 의사결정단위(Decision Making Unit)의 약자로 투입요소를 결합하여 산출물들을 만들어내는 과정에서 독자적 의사결정능력을 갖는 식별 가능한 조직의 단위를 의미하여, DEA 분석에서 효율성 평가의 기본단위를 지칭한다. DMU는 어떤 회사의 한 부서가 될 수 있고 회사 전체가 될 수도 있으며, 지방자치단체를 대표하는 지방정부, 사회복지관련 기능, 지역개발관련 기능, 소방기능, 치안기능 등도 가능하다.

2) Farrell(1957)은 생산단위(기업)의 효율성을 해당 생산단위(기업)가 효율적 집합에서 떨어져 있는 거리로 측정함으로써 생산단위의 효율성을 측정하는 방법을 제시하였다. 생산단위의 효율성은 물리적 요소와 경제적 요소에 의해 결정된다. 물리적 요소는 기술적 효율성(technical efficiency)이고 경제적 요소는 가격 효율성(price efficiency) 또는 현대적 의미의 분배적 효율성(allocative efficiency), 비용 효율성(cost efficiency)으로 구분한다.

변(Constant to returns to scale)인가 규모에 대한 수익가변(Variable to returns)인가의 여부, ② 효율성 측정 시 투입기준(input based)인가 산출기준(output based)인가의 여부, ③ 효율 개선의 방향이 방사형(radial)인가 비방사형(non radial)인가의 여부, ④ 물량자료만을 활용하였는가 아니면 가격자료를 추가적으로 활용하였는가의 여부 등을 고려하여 구분할 수 있다. 즉 DEA 모형은 분석문제의 성격과 주어진 자료의 성질에 따라 다양한 모형이 존재한다.

이 중 널리 활용되고 있는 모형은 Charnes, Cooper, Rhodes(1978)에 의해 규모에 대한 수익불변을 가정해서 개발된 CCR모형과 Banker, Charnes, Cooper(1984)에 의해 규모에 대한 수익가변 모형을 가정하고 있는 BCC모형이다. 가변규모수익은 규모수익체증(IRS; Increasing Returns to Scale), 규모수익불변(Constant Returns to scale) 및 규모수익체감(DRS; Decreasing Returns to scale)의 3가지 수익상태³⁾를 모두 포괄한다(이정동 외, 2010: 100). 이를 변형한 모형으로는 상대적인 평가모형의 특성상 순위화하지 못하는 한계를 극복하고자 효율적으로 판명된 기관들을 대상으로 서로간의 효율성을 다시금 평가하여 순위를 내는 방법으로 Andersen과 Petersen(1989)이 개발한 AP모형 또는 Super-CCR 모형, 효율적인 기관들을 제외한 나머지 비효율적인 기관들에 대해 다시 DEA를 통한 효율성 평가를 실행하는 Tier 분석, 적은 수의 기관을 대상으로 효율성을 평가했을 때 나타날 수 있는 변별력 문제를 해결하기 위한 DEA/AHP모형을 들 수 있다.

또한 최근에는 CCR모형과 BCC모형이 잔여(slacks)를 고려하지 않고 효율성 점수를 계산하기 때문에 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 Tone(2001)에 의하여 개발된 잔여기준모형(Slack Based Measure: 이하 SBM)을 이용하여 상대적 효율성을 측정하고 있다. SBM은 투입자원과 산출자원에 대한 잔여가 동시에 '0'인 DMU를 가장 효율적인 DMU로 판별한다. 기존의 DEA 모델보다 효율적 DMU를 판단하는데 더 정확한 기법으로 활용되고 있다. 또한 Tone(2002)은 기존의 AP모형이 잔여를 고려하지 않고 효율성 점수를 계산하고 일부 DMU의 효율성 점수가 실행불능의 무한대로 나타나는 문제점을 보완하기 위해 잔여기반모형을 기반으로 초효율성 점수를 계산하는 잔여기반 초효율성 모형(Slack Based Measure Super Efficiency)을 제시하였다.

이와 같은 DEA는 공공부문과 비영리부문 및 민간부문에 걸쳐 다양하게 적용되고 있다. 공공부문에 DEA를 활용한 주요 선행연구들을 살펴보면 크게 행정전반의 효율성을 측정한

3) 규모수익체증(IRS; Increasing Returns to Scale)은 투입요소의 규모를 1% 증가시킬 때 산출요소가 1% 이상 증가하는 것을 의미한다. IRS 상태에 있다면 생산자의 규모를 증가시킴으로써 투입대비 산출의 비율을 증가시킬 수 있다. 규모수익불변(Constant Returns to scale) 상태는 투입요소를 1% 변화시킬 때, 산출요소 또한 1% 변화한다는 것을 의미한다. 규모수익체감(DRS; Decreasing Returns to scale)은 투입요소의 규모를 1% 증가시킬 때 산출요소의 증가율이 1% 이하라는 것을 의미한다. DRS 상태에 있는 경우 투입규모를 감소시킴으로써 투입대비 산출의 비율을 개선할 수 있다.

연구들과 특정 행정 분야의 효율성을 측정하는 연구들로 구분된다. 행정서비스의 효율성을 측정한 선행연구들의 특징은 동질적 성질을 갖는 기관(문화예술시설, 병원, 사회복지시설, 상수도 사업, 쓰레기수거서비스, 정부투자기관 등)을 주요 대상으로 분석하고 있으며, 특정한 업무를 수행하는 독립된 사업소 형태의 기관(보건소, 경찰서 등)이나 지방정부에 대한 전반적인 생산성 평가에 관한 것이 대부분이다. 지방정부수준에만 지나치게 편중된 DEA의 연구 경향에 대하여 우려가 제기되고 있지만 중앙정부에 대한 측정은 투입과 산출변수에 있어 동질적인 요소를 가려내기가 쉽지 않아 계량적 측정이 어려운 현실이다(윤경준, 2003 ; 김건위 외, 2005 ; 유금록, 2006 ; 이경희 외, 2007).

국내·외의 교육기관을 평가한 DEA 효율성 평가 연구도 초·중·고등학교, 전문대학, 대학을 대상으로 지속적으로 이루어지고 있다. 국외의 경우 Rhodes(1978)가 공립초등학교에 시행한 공공부문의 실험적 교육프로그램의 효과를 최초로 들 수 있다. 이후 교육기관을 대상으로 많은 연구들이 수행되었다. 특히 대학을 대상으로 효율성 분석이 이루어진 대표적인 연구로는 Cyrii & Green(1988), Abbott & Doucouliagos(2003)를 들 수 있다.

국내의 경우 대학을 대상으로 DEA 기법을 활용한 효율성 연구는 1990년대 후반부터 이루어졌다. 안태식 외(1998)는 국내 대학 전체의 통계를 이용하여 한국대학의 효율 형태와 영향요인을 연구, 이상호 외(2000)는 일반대학과 산학대학의 효율성을 평가, 나민주(2004)는 12개 국립대학을 대상으로 재정운영의 효율성을 연구, 신현대(2006)는 2003년도에 연구논문 500편 이상을 발표한 국내 38개 대학의 성과를 평가, 김성훈 외(2008)는 61개 대학을 대상으로 대학의 효율성과 대학평가결과를 비교, 김민희 외(2010)는 DEA를 활용한 대학의 연구생산성 제고방안을 탐색, 권영훈 외(2010)는 수도권 소재 대학과 지방 소재 대학을 대상으로 대학운영 효율성을 비교 연구, 엄준용(2011)은 131개 일반대학원을 대상으로 대학원의 효율성을 분석하였다.

DEA 분석기법을 활용한 국내·외 대학의 상대적 효율적 평가에 관한 선행연구들을 정리해보면 <표 1>과 같다.

<표 1> DEA 기법을 이용한 국내외 대학의 선행연구

연구자	평가대상	투입변수	산출변수
Cyrii & Green (1988)	영국 대학교	- 전임교수 수 - 직원 수 - 교수인건비 - 직원인건비	- 재학생 수 - 대학원생 수 - 연구용역수입 - 연구논문 수 - 저서 수
안태식 외	77개 대학교	모형1 - 교수 수	- 학부 학생 수

(1998)	(국공립 17개 사립 60개)	- 직원 수 - 운영비 - 인건비 및 기자재비 - 인건비 - 관리운영비 - 기자재비	- 대학원생 수 - 연구비, 논문 수 - 취업자 수
이상호 외 (2000)	9개 대학교 (일반대학 5개, 산학대학 4개)	- 학생 100인당 교수 수 - 학생 100인당 교직원 수 - 총 세입 금액 - 건물면적 - 교직원 연수 건수 - 관리운영비 - 1인당 인건비 - 장학수혜폭	- 학생 상대적응지수 - 교수 대외연구 수혜액 - 교수의 연구실적
Abbott & Doucouliagos (2003)	36개 국립대학교(호주)	- 교육직원 수 - 비교육직원 수 - 총지출액(인건비 제외) - 비 유동자산 가치	- 전일제 학생 수 - 학위수여자 수 - 연구지원비 - 외부연구비 - 연구지출비
나민주 (2004)	20개 대학교 (국립 13개 사립 16개)	- 교수당 학생 수 - 직원당 학생 수 - 대학원생 비율 - 학생당 세출액 - 세출 중 인건비 비중 - 세출 중 장학금 비중	- 학사 졸업생 취업률 - 학사과정 학업지속률 - 교수당 학술지논문수 - 교수당 외부연구비
신현대 (2006)	38개 대학교 (국립 12개 사립 26개)	- 교수 수 - 직원 수 - 대학원 학생 수 - 인건비(보수) - 교내연구비 - 장서수	- 국제A급 논문 수 (교수) - 국제A급 논문 수 (대학원생) - 논문 피인용 횟수 - 국내 논문 수 - 연구용역 수입 - 사회적 평판도
김성훈 외 (2008)	61개 대학교 (국공립 5개 사립 56개)	- 교수 수 - 직원 수 - 세출총액	- 취업자 수 - 사회봉사실적 - 교수 논문 게재 실적의 합 - 외부연구비 수혜 금액의 합
김민희 (2010)	129개 대학교 (국공립 24개 사립 105개)	- 교수 수 - 대학원생 수 - 연구비	- 학술지 논문실적 - 기타 실적
권영훈 외 (2010)	16개 대학교 (수도권 8개 지방 8개)	- 보수 - 관리운영비 - 연구학생경비 - 교육외비용	- 취업자 - 진학자 - 학술지

엄준용 (2011)	131개 일반대학원	[인적요소]	
		- 전임교원 1인당 학생 수 - 전임교원 강의비율	- 정규직 취업률 - 전임교원 1인당 연구실적
		[물적요소]	
		- 학생 1인당 장서 수 - 전임교원 1인당 연구비 - 재학생 1인당 장학금	

선행연구들을 살펴보면 대학을 분석 대상으로 하였지만 투입 및 산출변수의 종류와 수가 다르게 사용되고 있음을 알 수 있다. DEA 모형에 사용되는 투입 및 산출변수에 따라 DMU의 상대적 효율치가 달라질 수 있고 투입 및 산출변수의 수가 많거나 적으면 평가의 타당성이 저해(김건위, 2005: 92; 이경희 외, 2007: 186-187)되기 때문에 상대적 효율성 평가를 적절하게 수행할 수 있는 투입 및 산출변수의 종류와 변수 수⁴⁾를 선정하여야 한다. 이러한 관점에서 일부 선행연구의 경우 투입 및 산출변수, 그리고 DMU의 선정에 있어 타당성의 문제가 지적될 수 있다.

또한 대부분의 선행연구들은 방사적 DEA 분석만을 수행하였다. 방사적 DEA 분석은 효율성 점수를 측정함에 있어 투입 및 산출변수의 방사적 잔여만을 고려할 뿐, 비방사적 잔여를 반영하지 못하는 한계가 있다(유금록, 2011: 62). 이러한 한계를 보완하기 위해 방사적 잔여뿐만 아니라 비방사적 잔여를 고려하는 평가 모형에 의한 분석이 필요하다.

그리고 DEA는 상대적 효율성을 측정하기 때문에 효율성 점수가 1로 계산된 DMU에 대해서는 어떠한 효율성 정보도 제공해 주지 못한다. 효율적인 단위로 평가된 DMU라 하더라도 해당 DMU가 개선이 필요 없는 최선의 효율적 단위로 간주되어서는 안 된다. 이를 위해 효율적으로 추정된 DMU를 대상으로 효율성을 다시금 분석하는 평가기법을 활용한 접근이 필요함을 알 수 있다.

4) DEA 분석에 있어 의미 있는 결과를 도출하기 위해서는 DMU의 수와 투입 및 산출변수의 수 사이에 일정한 관계를 요구한다. 학자에 따라 여러 가지 기준이 제시되고 있으나 가장 권장되는 기준은 Banker et al.(1984)에서 요구하고 있는 DMU의 수가 투입 및 산출요소 수의 합보다 3배 이상 커야 한다는 것이다.

Ⅲ. 연구방법

1. 분석대상 및 자료수집

본 연구에서의 연구범위는 DEA를 통해 산학협력단의 상대적 효율성을 구하고자 하는 연구목적에 따라 대학 내에 설치·운영되고 있는 산학협력단을 분석대상으로 하였다.

최근 발간된 「2010 대학산학협력백서」(교육과학기술부, 2012a)에 의하면 2012년 현재 전국 433개 대학 중 370개 대학에 산학협력단이 설치되어 있다. 이들 대학 중 첫째, 이공계 학과가 설치되어 있는 153개 4년제 대학 중 산학협력단이 설치되어 있는 148개 대학을 대상으로 하였다. 둘째, 규모의 경제를 고려하여 재적학생 15,000명 이상 대규모 대학을 대상으로 한정하였다.

실측값이 존재하지 않는 비대칭정보 대학의 산학협력단은 제외하였으며, 국공립대학 13개 대학의 산학협력단(강원대, 경북대, 경상대, 공주대, 부경대, 부산대, 서울대, 인천대, 전남대, 전북대, 제주대, 충남대, 충북대)과 사립대학 33개 대학의 산학협력단(건국대, 경기대, 경성대, 경원대(가천대), 경희대, 계명대, 고려대, 국민대, 단국대, 대구카톨릭대, 대구대, 동국대, 동서대, 동아대, 동의대, 성균관대, 세종대, 수원대, 순천향대, 송실대, 연세대, 영남대, 울산대, 원광대, 이화여자대, 인하대, 전주대, 조선대, 중앙대, 청주대, 한남대, 한양대, 호서대)을 대상으로 분석하였다.

본 연구에서 분석한 산학협력단의 대학 설립형태 및 소재 지역에 따른 구분은 <표 2>와 같다.

<표 2> 산학협력단의 특성별 분포

(단위: 개, %)

구분	산학협력단 수	비율
설립형태	국공립	13 28.3
	사립	33 71.7
소재지역	수도권	19 41.3
	지방권	27 58.7
계	46	100

본 연구는 대학에서 공시한 2011년 자료 중 대학 및 산학협력단에 대한 자료를 바탕으로 하였고, 추가적인 자료는 대학의 요람, 조직기구표, 학칙 및 규정, 기타 산학협력단 관련 자료 등을 수집해 분석하였다.

2. 연구변수 및 분석방법

DEA 적용의 선행과정으로서 투입 및 산출변수의 선정문제는 DEA 결과의 타당성을 담보하고 정확성을 측정하는 중요한 문제이다. 일반적으로 DEA에서 고려하는 투입변수는 조직의 비용을 의미하며, 산출변수는 조직의 편익을 의미한다. 본 연구에서는 앞서 살펴본 선행 연구들의 투입 및 산출변수를 바탕으로 산학협력단의 설립형태와 소재지역 등을 고려하여 투입변수와 산출변수를 선정하였다.

투입변수로는 조직의 비용을 의미하는 인력과 예산을 고려하여 i) 교원 수, ii) 직원 수, iii) 교내연구비, iv) 운영비용을 선정하였다. 산학협력단은 하나의 독립된 특수법인이지만 대학의 장의 지도감독을 받는 대학의 하부조직으로 대학 내 모든 교원을 산학협력단의 연구인력으로 산정하고 있기 때문에, 교원 수는 산학협력단의 산출변수에 직접적인 영향을 미친다. 이에 따라 교원 수는 정규교원을 그 대상으로 산정하였다. 직원 수는 산학협력단의 정규직원, 계약직원, 기타직원(외부 파견)을 그 범위로 하였다. 교내연구비는 교내에서 지원하는 연구비와 대응자금을 포함하였다. 다만 선행연구에서 보는 바와 같이 연구비의 경우 학자에 따라 투입변수 또는 산출변수로 혼용되고 있지만, 본 연구에서는 교내연구비를 투입하여 여러 성과를 창출한다고 보는 관점에 따라 교내연구비를 투입변수로 적용하였다. 운영비용은 산학협력단 운영에 소요된 일반관리비를 적용하였다.

산출변수는 산학협력단의 주요한 산출요소인 i) 기술이전 수입, ii) 국내특허 등록건수, iii) 국제특허 등록건수, iv) 운영수입을 선정하였다. 기술이전 수입은 산학협력단이 연구 개발한 기술을 이전한 수입료를 의미하며, 국내 특허 및 국제 특허 등록건수는 산학협력단이 해당연도에 등록한 특허건수를 의미한다. 운영수입은 산학협력단 운영에서 발생한 수입으로 산학협력수익, 보조금수익, 전입 및 기부금 수익, 운영 외 수익이 포함된다.

그리고 대학마다 산학협력단의 조직형태나 운영방법이 다르기 때문에 조절변수로서 대학의 설립형태와 대학이 소재하고 있는 지역을 조절변수로 도입하였다. 조절변수 중 대학설립 형태와 관련하여 대학은 설립목적 및 형태에 따라 국가에서 설립하여 관리·운영하는 대학인 국립대학과 지방 공공 단체가 설립하여 운영하는 학교인 공립대학교, 사인이나 사법인이 설립하여 경영하는 대학인 사립대학교로 구분된다. 이와 같은 대학 설립형태별로 구분하여 산출변수를 활용·검증하였다. 그리고 대학은 그 대학의 소재 위치에 따라 산학협력단의 규모·운영 등에 차이가 있을 것으로 보아 한국연구재단의 지역구분인 서울, 경기, 인천을 포함한 수도권 대학, 수도권 이외에 위치한 지방권(광역시 포함) 대학으로 구분하여 산출변수를 활용·검증하였다.

산학협력단의 효율성 측정을 위한 투입과 산출변수, 그리고 조절변수는 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 산학협력단의 효율성 측정을 위한 투입 및 산출 변수

	변수	측정단위
투입	교원 수	명
	직원 수	명
	교내연구비	백만원
	운영비용	백만원
산출	기술이전 수입	백만원
	국내특허 등록건수	건수
	국제특허 등록건수	건수
	운영수입	백만원
조절	대학의 설립형태: 국공립, 사립	
	대학의 소재지역: 수도권(서울, 경기, 인천), 지방권(광역시 포함)	

본 연구는 산학협력단의 상대적 효율성 평가를 위해 다음과 같은 방법으로 분석하였다.

첫째, 효율성 분석을 위하여 그 기준으로 DEA의 모형 중 CCR 모형과 BCC 모형을 기본으로 분석하였다, CCR 모형과 BCC 모형을 통해 나온 기술적 효율성과 순수기술적 효율성을 통해 규모의 효율성 점수(Scale Efficiency)를 산정하였다. BCC 조건 하에서 투입지향모형(input oriented measures)과 산출지향모형(output oriented measures)을 별도로 적용하여 투입과 산출의 최적규모를 측정하였다. 또한 투입요소와 산출요소의 방사적 잔여와 비방사적 잔여를 동시에 고려한 SBM 모형을 적용하여 효율성을 측정하였다. CCR, BCC, SBM 모형을 통해 산학협력단별로 효율성 점수, 투입 및 산출변수의 평균 및 표준편차를 구하였다, 그리고 효율성 점수에 기여한 변수와 참조회수를 분석하여 효율성이 높은 산학협력단을 분석하였고, 비효율적인 산학협력단의 경우 잠재적 개선가능치를 산출하여 비효율요인을 제시함으로써 효율성을 높일 수 있는 정보를 제공하였다.

둘째, DEA를 통한 산학협력단의 상대적 효율성 평가만으로는 판별력의 한계가 있으며 산학협력단의 순위화 및 재구조화 방안 등에 대한 방향을 제시하지 못하는 한계가 있다. 이를 보완하기 위해 사후분석(post-DEA)이 필요하다. 본 연구에서는 효율적으로 측정된 기관들을 대상으로 기관 간의 효율성을 다시금 평가하여 순위를 내는 방법인 DEA/AP모형(또는 Super-CCR 모형)을 활용하여 초효율성 순위를 분석하였다.

DEA 분석을 위해 Banxia Software Frontier Analyst와 DEA Solver Pro, Minitab 등을 사용하였다.

IV. 산학협력단의 상대적 효율성 측정결과

1. 기술통계

DMU 46개 산학협력단의 효율성 측정에 사용된 투입변수와 산출변수의 기술통계량은 <표 4>와 같다.

<표 4> 투입 및 산출변수의 기술통계량

(단위: 백만원, 명)

변수	대 상	평균	표준편차	중위수	최소	최대
투입	교원 수	767	351.7	754	322	1,814
	직원 수	40.8	22.21	38.5	6	98
	교내연구비	5,038	5,452	3,120	212	27,817
	운영비용	10,163	14,040	5,153	770	70,606
산출	기술이전수입료	694,999	923,404	331,938	13,712	4,588,838
	국내특허 등록건수	111.4	119.6	63	5	521
	국제특허 등록건수	8.67	14.18	3	1	53
	운영수입	72,822	92,342	48,752	882	556,072

46개 산학협력단의 산출변수를 보면 표준편차가 매우 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 재적학생 수 15,000명 이상의 대규모 대학의 산학협력단으로 외형상으로 큰 차이가 없는데도 불구하고 산출결과가 다른 것은 대학별 특성과 설립형태, 소재 지역의 발전정도, 교육중심 또는 연구중심의 여부, 대학운영의 수월성 등이 영향을 준 것으로 보여 진다.

투입변수와 산출변수 상호간의 상관관계를 분석하여 보면 <표 5>와 같다.

<표 5> 변수 상호간 상관관계

구 분	교원 수	직원 수	교내연구비	운영비용	기술이전 수입료	국내특허 등록건수	국제특허 등록건수
직원 수	.687						
교내연구비	.736	.454					
운영비용	.817	.617	.527				
기술이전수입료	.768	.587	.550	.948*			
국내특허등록건수	.832	.652	.613	.940*	.959*		
국제특허등록건수	.681	.522	.589	.849	.886	.891	
운영수입	.812	.623	.478	.950*	.929*	.896	.761

* p<.001

표본의 통계치를 중심으로 상관관계 계수가 높은 변수를 살펴보면 다음과 같다. 기술이전 수입료와 국내특허 등록건수간의 상관관계수는 .959, 운영비용과 운영수입간의 상관관계수는 .950, 기술이전수입료 및 국내특허 등록건수와 운영비용간의 상관관계수는 각각 .948과 .940으로 유의수준 .001에서 매우 강한 정(+)의 상관관계를 갖고 있는 것으로 나타났다.

2. 산학협력단의 상대적 효율성 측정결과

1) 상대적 효율성 측정결과

<표 6>은 DEA 분석모형인 CCR과 BCC 모형 그리고 SBM모형의 분석을 통해 산출된 산학협력단의 상대적 효율성 점수를 보여준다. 효율성점수 100은 상대적 효율성을 나타내며, 100보다 적은 값은 상대적 비효율성을 나타낸다.

규모에 대한 수익불변을 가정한 CCR 모형에 의하면, 46개 분석대상 중 15개 대학이 100% 효율성이 있으며, 나머지 31개 대학은 효율성 점수가 100보다 적은 것으로 분석되어 상대적으로 비효율적인 DMU로 나타났다. CCR 모형에 의한 효율성 점수의 평균은 74.21로 규모에 대한 수익불변의 가정 하에서 평균적으로 25.8% 정도의 비효율성이 존재하고 있다. 표준편차의 경우 23.23으로 계산되어 산학협력단간에는 평균적으로 23% 정도의 효율성의 차이가 있는 것으로 계산되었다. 분석대상 중 효율성 점수가 가장 낮게 산정된 산학협력단은 DMU 9로 효율성 점수가 25.09로 나타나 75%의 비효율성이 존재하는 것으로 나타났다.

<표 6> 산학협력단의 상대적 효율성 측정결과

DMU	CCR	BCC				규모의 효율성		SBM
		Input Oriented score	Output Oriented scale	CCR/ BCC_IO	CCR/ BCC_OO			
1	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
2	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
3	61.98	90.88	DRS	77.01	DRS	68.2	80.48	23.45
4	68.88	69.46	DRS	78.04	IRS	99.16	88.26	58.21
5	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
6	61.2	87.94	DRS	78.54	DRS	69.59	77.92	12.8
7	69.84	76.24	DRS	72.34	DRS	91.61	96.54	35.76
8	71.31	77.72	IRS	80.13	IRS	91.75	88.99	43.39
9	25.09	45.1	DRS	25.25	DRS	55.63	99.37	8.13
10	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
11	76.38	96.12	DRS	93.87	DRS	79.46	81.37	28.01
12	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
13	85.04	100	CRS	100	CRS	85.04	85.04	69.81
14	27.51	59.65	DRS	28.29	DRS	46.12	97.24	17.6

15	44.72	89.05	DRS	69.5	DRS	50.22	64.35	26.89
16	58.45	71.12	DRS	58.46	DRS	82.19	99.98	39.92
17	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
18	52.98	57.92	DRS	53.83	IRS	91.47	98.42	48.68
19	53.81	71.24	DRS	56.19	DRS	75.53	95.76	32.98
20	73.84	89	DRS	82.98	DRS	82.97	88.99	42.71
21	69.43	70.12	DRS	77	IRS	99.02	90.17	49.81
22	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
23	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
24	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
25	69.83	100	CRS	100	CRS	69.83	69.83	49
26	36.55	49.13	DRS	37.65	DRS	74.39	97.08	21.34
27	100	100	CRS	100	DRS	100	100	100
28	86.24	96.52	IRS	97.77	IRS	89.35	88.21	79.58
29	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
30	47.13	52.17	DRS	49.67	IRS	90.34	94.89	13.59
31	40.75	48.28	DRS	40.85	DRS	84.4	99.76	19.63
32	71.21	71.82	DRS	71.61	IRS	99.15	99.44	54.58
33	73.89	100	CRS	100	CRS	73.89	73.89	36.96
34	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
35	68.62	70.53	DRS	72.87	IRS	97.29	94.17	59.48
36	68.98	69.64	DRS	73.48	IRS	99.05	93.88	59.36
37	40.66	97.24	DRS	86.48	DRS	41.81	47.02	21.77
38	79.89	89.84	DRS	83.18	DRS	88.92	96.04	38.38
39	46.7	58.76	DRS	46.77	IRS	79.48	99.85	20.8
40	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
41	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
42	78.68	80.08	DRS	83.63	IRS	98.25	94.08	44.48
43	97.73	100	CRS	100	CRS	97.73	97.73	88.13
44	65.87	100	CRS	100	CRS	65.87	65.87	15.1
45	100	100	CRS	100	CRS	100	100	100
46	40.37	93.35	DRS	77.17	DRS	43.25	52.31	33.07
평균	74.2078	85.4113		81.5774		86.1081	91.2375	58.5522
표준편차	23.2286	17.6726		21.8937		17.3226	13.1956	33.4281
최대값	100	100		100		100	100	100
최소값	25.09	45.1		25.25		41.8141	47.0167	8.13

규모에 대한 수익가변을 전제로 하는 효율성 측정모형인 BCC 모형은 투입지향모형과 산출지향모형으로 구분하여 분석하였다. 투입지향모형의 분석결과에서는 20개 산학협력단이 효율적인 산학협력단으로 측정되었고 비효율적인 산학협력단은 26개로 나타났다. 효율성 점수의 평균은 85.41이며 표준편차는 17.67로 나타났다. 효율성 점수가 가장 낮은 산학협력단은 DMU 9로 효율성 점수가 45.1로 나타났다. CCR 모형에 비해 효율성이 평균적으로 11% 정도 향상되었다. 산학협력단들간의 효율성의 평균적인 격차는 상당부분 축소되었다. 산출

지향모형의 측정결과에서도 20개 산학협력단이 효율적인 DMU로 판별되었고 비효율적인 산학협력단은 26개로 나타났다. 효율성 점수의 평균은 81.57이며 표준편차는 21.89로 나타났다. 효율성 점수가 가장 낮은 산학협력단은 DMU 9로 효율성 점수가 25.25로 나타났다. CCR 모형 하에서 비효율적으로 측정되었던 5개의 DMU(DMU 13, 25, 33, 43, 44)가 효율적인 것으로 추가되었다.

BCC 모형에서 효율적인 DMU로 추가된 산학협력단은 순수기술적 효율성에는 문제가 없는 산학협력단으로 효율성을 개선하기 위해 규모의 효율성을 개선할 필요가 있는 산학협력단들이다. 규모를 고려하는 BCC 모형에서는 CCR 모형에 비하여 전체적으로 모든 DMU의 효율성이 높아지는 것을 알 수 있다. 모든 비효율적인 DMU에서 BCC 모형의 효율성 점수가 CCR 모형의 효율성 점수보다 높다는 것은 투입요소와 산출요소의 결합을 변경하여 기술적 효율성을 제고해야 할 뿐만 아니라 최적의 규모를 지향하는 규모의 효율성을 제고할 필요가 있다.

BCC 모형이 전제하고 있는 규모수익가변에 대한 분석을 보면 투입지향모형에서 IRS 2개, DRS가 24개로 분석되었고, 산출지향모형에서는 IRS 11개, DRS가 15개로 분석되었다. IRS에 해당하는 산학협력단은 적정규모 유지를 통한 효율성 제고 방안을 수립하여야 하며, DRS에 해당하는 산학협력단은 운영상 및 기술상의 효율성 방안 수립을 통한 효율성 제고 방안을 수립하여야 한다.

CCR 모형의 효율성 점수를 BCC 모형의 효율성 점수로 나눈 규모의 효율성 점수를 측정하였다. 투입지향모형으로 분석하였을 경우 규모의 효율성 평균은 86.1, 표준편차는 17.3으로 계산되었다. 산출지향모형으로 분석하였을 경우에는 규모의 효율성 평균은 91.23, 표준편차는 13.19로 계산되었다. 이는 46개 산학협력단의 운영이 최적규모에서 이루어지지 않아 발생하는 비효율이 평균적으로 각각 14%, 9% 정도 된다는 것을 나타낸다.

마지막으로 규모에 대한 수익불변의 가정 하에서 잔여기반모형인 SBM 모형을 측정하였다. SBM 모형의 효율성 점수 평균은 58.55로 평균적으로 41.5% 정도의 비효율성이 존재하고 있다. 표준편차의 경우 33.42로 계산되어 산학협력단간에는 평균적으로 33% 정도의 효율성의 차이가 있는 것으로 계산되었다. CCR 모형의 효율성 점수와 비교해보면 SBM 모형의 효율성은 모든 DMU에서 축소된 것을 알 수 있다. 이는 대부분의 산학협력단에서 비방사형의 잔여가 존재함을 의미하는 것으로 비방사형 잔여가 존재함에 따라 효율성의 점수가 축소된 것이다. SBM 모형의 효율성 점수 평균은 58.55로 CCR 모형의 효율성 점수 평균보다 많이 축소된 것을 알 수 있다. SBM 모형에 의해 측정된 산학협력단간의 효율성 격차도 33.4로 CCR 모형의 23.2에 비해 그 차이가 커진 것을 알 수 있다.

2) 비효율적인 산학협력단의 잠재 가능치

상대적 효율성을 측정하는 목적은 산학협력단의 자원이 투입과 산출별로 어느 요소가 얼마나 과대 투입 또는 과소 산출되고 있는지를 파악하여 산학협력단의 효율성 제고 및 재구조화 방안 등에 필요한 의사결정 자료를 제공하는데 있으므로 비효율성의 정도를 분석하는 것은 필수요건이다. 각 DMU들의 상대적 효율성 점수를 알더라도 구체적으로 어느 요소가 얼마만큼 비효율적인지를 알지 못하면 효율성 제고의 목표를 세우기는 힘들 것이다.

비효율성의 정도를 나타내는 Slack 값(잠재 가능치)은 각각의 투입과 산출에 있어서 최적의 효율치와 비교하여 부족한 투입 또는 산출의 양을 보여준다. <표 7>은 CCR 모형을 통해 측정된 비효율적 DMU들의 각 변수별 Slack 값(%)을 보여주고 있다.

<표 7> 비효율적 산학협력단의 투입 및 산출요소별 Slack 값

DMU	효율성 점수	투입변수				산출변수			
		교원수	직원수	교내 연구비	운영 비용	기술이전 수입료	국내특허 등록건수	국제특허 등록건수	운영 수입
3	61.98	-49.5	-38	-44	-38	549.2	0	50.2	0
4	68.88	-31.1	-33.4	-32.4	-31.1	12.6	0	0	0
6	61.2	-62.6	-38.8	-49.5	-38.8	712.3	36.7	0	64.1
7	69.84	-65.5	-30.2	-38.3	-30.2	0	53.6	268.9	0
8	71.31	-28.7	-28.7	-83.7	-28.7	37.3	0	107.2	0
9	25.09	-76	-74.9	-91.3	-74.9	363.8	22.3	59.8	0
11	76.38	-23.6	-40.9	-23.6	-23.6	321	124.7	41.2	0
13	85.04	-15	-51.4	-75.2	-15	29.4	0	47.6	0
14	27.51	-77.1	-72.5	-79.6	-72.5	169.6	0	16.6	0
15	44.72	-83.7	-55.3	-76.4	-55.3	58.5	0	0	100.9
16	58.45	-41.6	-41.6	-46.9	-41.6	0	0	63.1	0
18	52.98	-54.7	-47	-47	-47	17	0	3.9	0
19	53.81	-57	-46.2	-74.4	-46.2	71.9	0	138	0
20	73.84	-26.2	-38.1	-54.9	-26.2	15.9	12.1	103.1	0
21	69.43	-30.6	-46.5	-75.4	-30.6	136.6	0	160.9	0
25	69.83	-72	-30.2	-30.2	-30.2	13.3	72.8	0	0
26	36.55	-74.2	-63.5	-83	-63.5	6.6	24.2	71.5	0
28	86.24	-13.8	-39.7	-16.1	-13.8	2.6	0	0	0

5) Slack은 전체적인 투입변수와 산출변수의 잠재적 증가나 감소가 필요한 부분에 대한 설명을 나타낸다. 투입요소(-)와 산출요소(+)로 구분하여 $Slack(\%) = (Target - Actual) / Actual \times 100$ 의 공식을 사용하여 값을 구할 수 있다.

30	47.13	-57.9	-52.9	-78.5	-52.9	208.2	27.2	312	0
31	40.75	-68.5	-59.2	-69.8	-59.2	106.7	0	94.3	0
32	71.21	-38.5	-28.8	-76.2	-28.8	97.5	22.6	0	0
33	73.89	-26.1	-39.2	-77.2	-26.1	86.6	29.1	120.6	0
35	68.62	-31.4	-35.9	-41.6	-31.4	16.5	0	0	0
36	68.98	-31	-33.3	-82.4	-31	0	31.8	0	0
37	40.66	-59.3	-79.4	-70.8	-59.3	210.3	0	33	0
38	79.89	-28.2	-20.1	-20.1	-20.1	190.2	0	230.8	0
39	46.7	-53.3	-53.8	-90.6	-53.3	47.9	0	180.5	0
42	78.68	-21.3	-38.7	-68.5	-21.3	78.1	0	65.5	0
43	97.73	-2.3	-48.5	-45	-2.3	0	0	35.4	0
44	65.87	-35.9	-34.1	-73.7	-34.1	902.9	0	56.5	343.7
46	40.37	-59.6	-87.3	-68.8	-59.6	0	0.5	0	0
평균		-45.04	-46.07	-60.81	-38.28	143.95	14.76	72.92	16.41
표준편차		21.7235	16.0856	22.0066	17.7635	218.8784	27.4792	83.7478	64.3096
최대값		-2.3	-20.1	-16.1	-2.3	902.9	124.7	312	343.7
최소값		-83.7	-87.3	-91.3	-74.9	0	0	0	0

<표 7>을 통해 전체 투입변수와 산출변수의 잠재적 증가나 감소가 필요한 부분을 알 수 있고 해당 산학협력단은 대학의 여건을 고려하여 상대적 비효율성을 극복할 방안을 강구할 수 있다. 비효율적인 산학협력단의 경우는 <표 7>에 나타난 음의 수치들을 고려하여 변수들을 조절하여야 100% 효율성을 달성할 수 있을 것이다.

3) 비효율적인 산학협력단의 람다(λ)값 및 참조기관

<표 8>은 CCR 모형에서 비효율적으로 분석된 DMU들이 효율적인 DMU가 되기 위하여 운영상에 벤치마크로 삼아야 하는 참조기관과 람다(λ)값을 나타낸다.

<표 8> 비효율적 산학협력단의 람다(λ)값 및 참조기관

DMU	효율성 점수	람다값 및 참조기관			
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
3	61.98	0.108(DMU5)	0.028(DMU24)	0.255(DMU27)	
4	68.88	0.575(DMU1)	0.075(DMU22)	0.254(DMU2)	0.049(DMU34)
6	61.2	0.162(DMU5)	0.025(DMU23)		
7	69.84	0.100(DMU5)	0.002(DMU22)	0.444(DMU24)	
8	71.31	0.399(DMU1)	0.070(DMU5)	0.015(DMU22)	1.583(DMU24)

9	25.09	0.212(DMU5)	0.012(DMU22)		
11	76.38	0.121(DMU1)	0.297(DMU5)	0.045(DMU22)	
13	85.04	0.089(DMU1)	0.348(DMU5)	0.015(DMU22)	
14	27.51	0.064(DMU5)	0.081(DMU24)	0.093(DMU27)	
15	44.72	0.080(DMU5)	0.012(DMU23)	0.019(DMU27)	
16	58.45	0.06(DMU1)	0.028(DMU22)	0.209(DMU2)	0.177(DMU24)
18	52.98	0.112(DMU1)	0.126(DMU5)	0.005(DMU22)	0.375(DMU24)
19	53.81	0.099(DMU5)	0.218(DMU24)	0.119(DMU27)	
20	73.84	0.440(DMU5)	0.041(DMU22)		
21	69.43	0.445(DMU1)	0.319(DMU5)	0.137(DMU22)	
25	69.83	0.073(DMU5)	0.002(DMU22)	0.068(DMU24)	0.001(DMU45)
26	36.55	0.222(DMU5)	0.013(DMU22)		
28	86.24	0.326(DMU22)	0.036(DMU23)	0.799(DMU34)	0.047(DMU45)
30	47.13	0.475(DMU5)	0.039(DMU22)		
31	40.75	0.133(DMU5)	0.168(DMU23)	0.098(DMU29)	
32	71.21	0.298(DMU5)	0.098(DMU22)	0.443(DMU24)	
33	73.89	0.332(DMU5)	0.012(DMU22)		
35	68.62	0.585(DMU1)	0.052(DMU5)	0.092(DMU22)	0.066(DMU23)
36	68.98	0.512(DMU1)	0.133(DMU5)	0.062(DMU22)	0.157(DMU2)
37	40.66	0.092(DMU1)	0.079(DMU5)	0.008(DMU22)	
38	79.89	0.281(DMU1)	0.249(DMU5)	0.001(DMU22)	0.049(DMU24)
39	46.7	0.212(DMU1)	0.250(DMU5)	0.006(DMU22)	
42	78.68	0.490(DMU1)	0.342(DMU5)	0.044(DMU22)	
43	97.73	0.349(DMU1)	0.317(DMU5)	0.024(DMU2)	0.417(DMU12)
44	65.87	0.288(DMU5)	0.041(DMU27)		
46	40.37	0.081(DMU1)	0.022(DMU5)	0.043(DMU22)	0.010(DMU23)

람다(λ)값은 효율적 DMU가 비효율적 DMU에 미치는 영향력의 정도를 의미한다. 비효율적 DMU는 람다(λ)값을 기준으로 우선적인 벤치마킹의 대상을 고려할 수 있을 것이다. 비효율적인 DMU가 벤치마킹하여야 할 참조기관들은 효율성 점수가 100으로 평가되어 효율변경을 구성하는 DMU들로서 평가대상인 산학협력단과 효율변경에 상대적으로 가까이 위치하는 DMU들이다. 즉 참조기관의 DMU들은 산학협력단의 제반 여건 상 평가대상 DMU와 가장 유사한 특성을 보이면서 상대적으로 효율적인 DMU들이다. 비효율적인 산학협력단은 참조기관과 람다(λ)값을 이용하여 효율적인 산학협력단이 될 수 있도록 <표 7>을 참조하여 투입과 산출의 양을 조절할 수 있다.

그리고 <표 8>에서 참조횟수가 많은 산학협력단은 DMU 5이다. DMU 5는 지방권에 소재

한 국공립대학의 산학협력단으로 참조횟수가 28개로 가장 높게 나타났다. 다음으로는 수도권에 소재한 국공립대학의 산학협력단인 DMU 22가 참조횟수가 23개로 나타났으며, 지방권에 소재한 국공립대학의 산학협력단인 DMU 15가 참조횟수 15개로 나타났다.

4) DEA/AP 모형을 통한 초효율성 측정결과

규모에 대한 수익불변의 가정 하에 DEA/AP 모형에 의해 측정된 효율성 순위는 <표 9>와 같다. <표 9>의 초효율성은 잔여에 대한 고려가 없는 DEA/AP 모형에 따른 초효율성을 의미한다. CCR 모형의 효율성 점수와 비교하여 보면, CCR 모형의 효율성 점수가 100 미만이면 초효율성 점수와 동일하지만 CCR 모형의 효율성 점수가 100 이상인 경우에는 초효율성 점수가 100보다 큰 값들로 나타난다.

DEA/AP 모형의 분석을 통한 초효율성 점수는 CCR 모형에서 효율성 점수가 모두 100으로 측정되어 효율적 단위들 사이에서는 효율성의 차이를 구별할 수 없었던 한계를 극복할 수 있음을 알 수 있다. 또한 이를 통해 다수의 효율적 단위들의 순위를 결정할 수 있으며 효율적 단위들 중 가장 효율적인 단위가 무엇인지 알 수 있다.

CCR 모형에 따른 효율적인 DMU들이 초효율성 분석을 통해 100 이상의 값으로 산정됨에 따라 초효율성 점수의 평균은 97.31로 CCR 모형의 평균인 74.20보다 많이 상승한 것을 알 수 있다. 그리고 표준편차는 86.02로 산정되어 산학협력단들 간의 효율성의 격차도 CCR 모형에 비해 크게 확대된 것을 알 수 있다.

가장 효율적인 산학협력단은 지방국공립대학의 산학협력단인 DMU 5로 초효율성 점수가 558.45로 추정되어 CCR 모형의 효율성 점수에 비해 약 5.6배 늘어난 것을 알 수 있다. DMU 5인 산학협력단은 기술운영 및 규모 효율성이 매우 뛰어난 것을 알 수 있다. 또한 CCR 모형에서 효율적인 15개 집단의 초효율성 점수의 평균을 구해보면 170.86으로 나타나며 이는 CCR 모형의 효율성 점수에 비해 약 1.7배 늘어난 것으로 확인된다.

<표 9> 초효율성 순위분석 결과

DMU	CCR	초효율성	순위	DMU	CCR	초효율성	순위
1	100	287.01	2	26	36.55	36.55	44
2	100	109.07	12	27	100	150.98	6
3	61.98	61.98	33	28	86.24	86.24	17
4	68.88	68.88	30	29	100	102.08	13
5	100	558.45	1	30	47.13	47.13	38
6	61.2	61.2	34	31	40.75	40.75	41

7	69.84	69.84	26	32	71.21	71.21	25
8	71.31	71.31	24	33	73.89	73.89	22
9	25.09	25.09	46	34	100	124.57	7
10	100	120.3	8	35	68.62	68.62	31
11	76.38	76.38	21	36	68.98	68.98	29
12	100	114.49	10	37	40.66	40.66	42
13	85.04	85.04	18	38	79.89	79.89	19
14	27.51	27.51	45	39	46.7	46.7	39
15	44.72	44.72	40	40	100	100.82	14
16	58.45	58.45	35	41	100	100	15
17	100	111.78	11	42	78.68	78.68	20
18	52.98	52.98	37	43	97.73	97.73	16
19	53.81	53.81	36	44	65.87	65.87	32
20	73.84	73.84	23	45	100	161.94	4
21	69.43	69.43	28	46	40.37	40.37	43
22	100	247.82	3	평균	74.2078	97.3159	
23	100	115.74	9	표준편차	23.2286	86.0284	
24	100	157.92	5	최대값	100	558.45	
25	69.83	69.83	27	최소값	25.09	25.09	

V. 결 론

본 연구는 산학협력의 중개조직인 산학협력단의 상대적 효율성을 평가하기 위하여 공공부문의 효율성 측정에 많이 사용되고 있는 DEA 분석기법을 활용하였다. 교육기관 중 대학을 분석대상으로 한 DEA 연구 사례가 증가하고 있지만, 대학 내에 설치되어 있는 산학협력단을 대상으로 한 실증적 연구가 전무한 현실에 비취볼 때, 산학협력의 중심축인 산학협력단을 대상으로 DEA 모형을 통해 분석함으로써 DEA 모형의 적용가능성을 넓히고자 하였다. 또한 산학협력단의 상대적 효율성을 정밀하게 분석하기 위해 DEA 모형인 CCR 모형과 BCC 모형을 사용하였을 뿐만 아니라, 이들 모형의 한계를 보완하기 위해 최근 그 활용이 증대되고 있는 SBM 모형을 추가하여 비교·분석하였고, 효율적 단위들이 다수 존재하는 경우 효율적 단위들 간의 효율성 차이를 구분하여 순위를 결정하는 DEA/AP 모형을 적용함으로써 방법론적 개선을 시도하였다는 점에 그 의의가 있다 할 것이다.

DEA를 이용한 실증분석 결과에 의하면, CCR 분석모형에서는 15개 산학협력단, BCC 분

석모형에서는 20개 산학협력단, SBM 모형에서는 15개 산학협력단이 100% 효율성이 있는 것으로 나타났다. 이들 모형을 통해 효율적인 산학협력단과 비효율적인 산학협력단을 구분하였고, 비효율적인 산학협력단은 투입변수와 산출변수별로 비효율적인 부분과 비효율성의 정도를 밝혀낼 수 있었다. CCR 모형과 BCC 모형에 비해 잔여를 고려하여 효율성 점수를 계산한 SBM 모형의 효율성 점수가 낮게 측정됨으로써 대부분의 산학협력단에 비방사형 잔여가 존재하고 있음을 알 수 있었다. 효율적 산학협력단이 비효율적 산학협력단에 미치는 영향력인 람다(λ)값을 통한 상대적 효율성 결과에서는 참조기관 10개 이상인 산학협력단은 모두 4개 산학협력단으로 나타났다. DEA/AP 모형을 통해 CCR 모형에서 효율적 단위인 15개 산학협력단의 초효율성 점수와 순위를 분석한 결과 가장 효율적인 기관은 지방에 소재한 국공립대학의 산학협력단인 DMU 5로 나타났다. DMU 5인 산학협력단은 참조기관이 28개로서 46개 산학협력단의 약 61%가 벤치마킹하여야 하는 산학협력단으로 나타나고 있다. 이와 같은 분석 결과는 산학연협력의 중개조직인 산학협력단의 효율성과 경쟁력을 제고함에 있어 시사 하는 바가 크다. 본 연구의 결과를 참고하여 인력과 예산에 있어 비효율요인이 발생한 산학협력단은 효율적인 산학협력단을 벤치마킹하여 개선에 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이며, 향후 산학협력단의 거버넌스 및 조직체계의 한계를 극복하기 위한 노력을 수행하는데 있어 중요한 참고 자료가 될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구는 연구설계 상 다음과 같은 한계점을 내포하고 있다. 첫째, 연구대상의 범위가 46개 산학협력단이어서 연구결과의 일반화 오류를 배제할 수 없다. 둘째, DEA 특성상 투입변수와 산출변수의 선택에 따라 그 해석이 달라질 수 있기 때문에 다른 요소를 투입변수와 산출변수로 사용할 경우 효율성 점수가 다르게 나타날 가능성이 있다. 또한 본 연구는 산학협력단에 투입된 요소와 산출 간의 관계 분석을 통한 제한된 평가 연구이다. 교육과 연구라는 대학의 고유 목적과, 여기서 나온 지식이 실용화되는 과정은 대학과, 정부, 지역사회, 기업 간의 네트워크 관계 분석을 통하여 더 역동적이고 입체적으로 분석되어야 할 것이다.

본 연구는 산학협력단에 대한 상대적 효율성 평가에 국한하였지만 본 연구를 시작으로 실질적인 산학연협력을 활성화하고 산학연협력의 중심축으로서 산학협력단이 자리매김할 수 있도록 다양하고 정교한 분석모형과 분석방법을 통해 산학협력단의 제도 개선, 활성화 방안 등에 관한 후속연구가 진행되어야 할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부. (2010). 「산학협력 선진화를 위한 기반구축방안 연구」.
_____. (2012a), 「2010 대학산학협력백서」.
_____. (2012b), 「산학협력업무매뉴얼」.
- 교육인적자원부 외. (2002). 「국가혁신체제구축을 위한 산학연 협력활성화 종합대책」.
- 국가과학기술위원회. (2011). 「산학연 일체화방안을 마련을 위한 연구」.
- 국가균형발전위원회 외. (2003). 참여정부의 신산학협력 비전 및 추진전략.
- 권영훈·김선영·이남준. (2010). DEA모형을 이용한 대학운영효율성 분석 연구: 수도권 소재대학교와 지방소재대학의 비교분석을 중심으로. 「서비스경영학회지」, 11(1): 179-208.
- 김건위·이혜영·박해욱. (2005) DEA/AHP 모형을 통한 행정조직의 상대적 효율성 평가: 읍면을 중심으로. 「지방정부연구」, 8(4): 299-316.
- 김건위·최호진. (2005). DEA 기법 적용상의 유의점에 관한 연구. 「지방행정연구」, 19(3): 213-244.
- 김민희·나민주. (2010). DEA를 활용한 대학의 연구생산성 제고방안 탐색. 「교육재정경제연구」, 19(2): 33-64.
- 김성호·최태성·이동원. (2007). 「효율성 분석 이론과 활용」. 서울경제경영.
- 김성훈·이호섭. (2008). 자료포락분석(DEA) 모형에 따른 대학의 효율성과 대학평가 결과 비교. 「교육평가연구」, 21(1): 1-26.
- 김영생. (2011). 열린 혁신 시스템 구축을 위한 기업과 대학간 산학협력의 쟁점. 「창조와 혁신」, 4(1): 203-236.
- 나민주. (2004). 국립대 재정운영의 효율성 평가. 「교육재정경제연구」, 13(2): 149-173.
- 대학알리미(<http://www.academyinfo.go.kr/>)
- 박영칠. (2005). 산학협력활성화를 위한 산학협력단 운영 제도의 개선. 「대학교육」, 137: 18-24.
- 송건섭·이근수. (2004). 광역자치단체의 성과평가: DEA와 SURVEY 방법론적용. 「한국행정학보」, 38(6): 179-200.
- 송완흡. (2006). 「산학협력활성화방안」. 한국과학기술기획평가원.
- 신현대. (2004). 「대학의 성과평가에 관한 연구-DEA 기법에 의한 효율성 분석」. 성균관대학교 박사학위논문.
- _____. (2006). 자료포락분석을 통한 대학의 상대적 효율성 평가연구. 「교육평가연구」, 19(3): 45-63.
- 신현대, 권기원, 서인석. (2009). 세계대학간 상대적 효율성 평가. 「정책분석평가학회보」, 19(4): 95-128.
- 안태식·조군제·박태중. (1998). 한국대학의 효율형태와 영향요인. 「회계학 연구」, 23(2): 183-224.
- 엄준용. (2011). DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석. 「교육재정경제연구」, 20(2): 29-56
- 유금록. (2002). 외환위기 이후 지방상수도사업의 생산성 변화 분석. 「한국행정학보」, 36(4): 281-301.

- _____. (2004). 「공공부문의 효율성 측정과 평가」. 서울: 대영문화사.
- _____. (2006). 공공부문의 효율성 평가를 위한 자료포락분석에 있어서 효율적 의사결정 단위들의 우선순위분석. 「행정논총」 44(1): 155-185.
- _____. (2009). 공공서비스에 있어서 민간위탁과 직영의 상대적 효율성 평가. 「한국자치행정학보」 23(2): 23-38.
- _____. (2010). 공립도서관의 효율성 평가: 부트스트랩 자료포락분석. 「행정논총」 48(3): 275-303.
- _____. (2011). 잔여기준 자료포락분석을 이용한 지방공기업의 효율성 평가: 하수도공기업을 중심으로. 「정책분석평가학회보」 21(4): 61-85.
- 윤경준. (1996). DEA를 통한 보건소의 효율성 측정. 「한국정책학회보」, 5(4): 80-09
- _____. (2003). 공공부문의 효율성 측정을 위한 DEA의 활용. 「정부학연구」, 9(2): 7-31.
- 이경희·전영한. (2007). 자료포락분석을 이용한 재외공관의 효율성 평가. 「행정논총」 45(3): 177-206.
- 이상호·이홍배. (2000). DEA를 이용한 대학의 효율성 평가. 「산경연구」, 7(1): 1-24.
- 이석열. (2009). DEA를 이용한 사립대학의 경영효율성 분석. 「교육행정학연구」, 27(2): 381-403
- 이정동·오동현. (2010). 「효율성 분석이론 DEA: 자료포락분석」, 서울: IB Book.
- 이현청. (2006). 「대학평가론」. 서울: 문음사.
- 장병집·정지용. (2005). 국내산학협력체제의 활성화방안에 관한 연구. 「산업경제연구」, 18(1): 553-576
- 전인. (2012). 산학협력 중개조직의 역할, 성과 및 한계: 대학-중소기업단체 간 산학협력협의회 사례를 중심으로, 2005-2010. 「한국조직학회보」, 9(2): 73-106
- Abbott. M., & C. Doucouliagos. (2003). The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis. *Economics of Education Review*, 22(1): 89-97.
- Andersen, P., & Petersen, N. (1989). A Procedure For Ranking Efficient Unit in DEA. *Management Science*, 39(10): 1261-1264.
- Banker, R., Charnes A., & Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9): 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper W., & Rodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Cyrii, T., & R, Green. (1988). An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis for Evaluating the Efficiency of UK University Departments of Accounting. *Financial Accountability & Management*, Summer: 147-165.
- Rhodes, E. (1978). Data Envelopment Analysis and Related Approaches for Measuring Efficiency of Decision Making Units with an Application to Program Fellow Through in U.S. Education: Ph.D. Thesis(Carnegie Mellon University, School of Urban and Public Affairs).
- Rhys Andrews, George A. Boyne, Richard M. Walker. (2006). Strategy Content and Organizational Performance An Empirical Analysis. *Public Administration Review*, 66(1): 52-63.
- Ronald C. Nyhan, Lawrence L. Martin. (1999). Comparative Performance Measurement A Premier on Data

Envelopment Analysis. *Public Productivity & Management Review*, March: 348-364.

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120(3): 253-281.

Sean Nicholson-Crotty, Nick A. Theobald, Jill Nicholson-Crotty. (2006). Disparate Measures: Public Managers and Performance-Measurement Strategies. *Public Administration Review* 66(1): 139-142.

Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3): 498-509.

_____. (2002). A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 143(1): 32-41.

ABSTRACT

Relative Efficiency of Research and Development Business Foundations through Data Envelopment Analysis

Dong-ki Yum and Hyeon-dae Shin

Collaboration between industry and academia is positioning itself as a major factor in the university along with education and research in this knowledge-based economy and society. Recognition of the importance of collaboration between industry and academia has increased since the middle of the 1990s. Actual collaboration started in 2004 with the establishment of Research and Development Business Foundations. It is particularly important to share research and collaboration best practices to improve efficiency and promote the development in Korea where the history of collaboration between industry and academia is short. That is the way to create a virtuous cycle of industry/academia collaboration.

This study analyses the relative efficiency of the Research and Development Business Foundation of 46 universities that have enrollment of more than 15,000 students by using the CCR, BCC, and SBM models of Data Envelopment Analysis (DEA). The DEA/AP model was conducted to analyze super-efficiency ranking. The results show that non-radial slack exists in most analytic objects as the efficiency scores of SBM are lower than those of the CCR and BCC models. According to the results of super-efficiency ranking, the most efficient DMU is the Research and Development Business Foundation in local public universities. These results suggest an important meaning for enhancing the efficiency and competition of Research and Development Business Foundations.

【Keywords: Research and Development Business Foundation, DEA, Efficiency, Super Efficiency】