



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

산학협력단 효율성 분석에 관한 연구

제주대학교 경영대학원

회 계 학 과

양 미 경

2016년 8월

산학협력단 효율성 분석에 관한 연구

지도교수 고 창 열

양 미 경

이 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2016년 8월

양미경의 경영학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____ 인

위 원 _____ 인

위 원 _____ 인

제주대학교 경영대학원

2016년 8월

Study on the Analysis of Efficiency of Academic-Industrial Cooperative Group

Mi-Kyung Yang
(Supervised by professor Chang-Youl Ko)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master of Business Administration

2016. 8.

This thesis has been examined and approved.

Department of Accounting
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

제 1장 서론	1
제 1 절 연구의 필요성 및 목적	1
제 2 절 연구의 방법 및 구성	2
1. 연구의 방법	2
2. 논문의 구성	3
제 2 장 이론적 배경 및 선행연구	4
제 1 절 산학협력단의 개요 및 운영현황	4
1. 산학협력단의 개요	4
2. 산학협력단 운영현황	4
제 2 절 효율성의 개념 및 평가	7
1. 효율성의 개념	7
2. 서비스산업의 효율성 평가	8
3. DEA를 이용한 효율성 평가 모형	9
1) DEA의 개념 및 모형	9
2) DEA의 활용	11
3) DEA의 특징	12
제 3 절 선행연구	14
1. 선행연구	14
2. 본 연구와 선행연구와의 차이	19

제 3 장 연구의 설계	21
제 1 절 연구모형	21
1. 분석모형	21
2. 투입요소와 산출요소의 선정	22
제 4 장 실증분석 결과	23
제 1 절 기술통계량과 상관관계분석	23
1. 투입요소 및 산출요소의 기술통계량	23
2. 투입요소 및 산출요소의 상관관계분석	25
제 2 절 효율성분석결과	26
제 3 절 산학협력단 특성에 따른 유형별 효율성 차이 분석	28
제 4 절 효율성 결정요인 분석	31
제 5 장 결론	35
제 1 절 연구결과의 요약	35
제 2 절 연구의 시사점 및 한계	37
참 고 문 헌	39

【표 목 차】

<표 2-1> 산업교육진흥 및 산학협력력 촉진에 관한 법률	5
<표 2-2> 산업교육진흥 및 산학협력력 촉진에 관한 법률 시행령	5
<표 2-3> 산학협력단 운영 형태 및 산학협력단장 직급	6
<표 2-4> 산학협력단 운영형태별 산학협력 실적 비교	7
<표 2-5> DEA를 이용한 효율성 분석 선행연구 요약	16
<표 2-6> 교육기관 대상 효율성 분석 선행연구	18
<표 4-1> 투입 및 산출요소의 기술통계량	24
<표 4-2> 변수 상호간 상관관계	25
<표 4-3> 산학협력단 효율성 값 분포	26
<표 4-4> 효율성 입력변수별 효율군 및 비효율군 비교	27
<표 4-5> 효율성 입력변수별 효율군 및 비효율군 비교	28
<표 4-6> 규모별 구분에 따른 차이분석	29
<표 4-7> 운영형태별 구분에 따른 차이분석	29
<표 4-8> 대학 유형별 효율군 비율 차이 검정 결과	30
<표 4-9> 대학 특성별 변수 회귀분석 결과	32
<표 4-10> 투입· 산출변수 및 대학 특성별 변수 포함한 회귀분석 결과	34

【그림목차】

<그림 1-1> 연구체계와 흐름도	3
<그림 3-1> 연구모형	21

< 국문 초록 >

본 연구는 산학협력력의 활성화를 위해 추진되어 왔던 정책과 그러한 정책에 대한 결과물인 산학협력단의 운영 상황과 성과에 대해서 살펴보는 데 목적이 있다.

현재 우리나라 대학에서 운영되고 있는 산학협력단의 투입 및 산출변수를 기존 선행연구보다 확장하여 살펴봄으로써 대학의 효율적 운영을 향상시키기 위한 방향을 제시하고자 하였다.

구체적으로는 우선 산학협력단 효율성 측정을 높이기 위하여 기존 연구보다는 산출변수를 확장하여 분석함으로써 산학협력단의 효율성과 관련 있는 투입·산출요소를 찾아보고자 하였으며, 두 번째로는 본 연구의 산학협력단 효율성의 결과 분석 값을 통해 상대적 효율성을 비교하고 마지막으로 유형별, 특성별 가설을 통하여 효율성 차이가 있는지 살펴봄으로써 산학협력단의 효율성과 경쟁력 제고를 위한 방향을 제시해 보고자 하였다. 이를 통해 궁극적으로 산학협력단의 현재 상황을 파악하고 대학에서 산학협력단이 차지하는 위상에 걸 맞는 산학협력단의 바람직한 역할과 발전방안 마련에 필요한 기초 정보를 제공해 보고자 하였다.

이 연구를 통하여 나타난 결과들을 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 세부적으로 효율성을 분석한 결과 분석대상의 약 2%에 해당하는 11개의 학교가 20%미만의 낮은 수준의 상대적 효율성을 나타내면서 상당수의 학교가 아직은 효율성이 낮은 상태로 개선이 필요하다고 보여 진다. 둘째, 투입변수와 산출변수의 차이는 효율군과 비효율군의 차이가 되는 근거가 될 수 있으며 비효율군 대학의 입장에서는 효율군의 투입·산출변수 수준에 대한 벤치마킹이 필요하다. 셋째, 대학의 규모가 대형인지 중소형인지, 대학의 위치가 수도권인지 지방인지에 대해서는 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 대학의 규모와 지역에 따라 양극화 현상이 나타날 수 있으며 지방 및 중소형 대학의 경우 효율성 향상을 위해 더욱더 노력해야 할 것임을 시사한다. 마지막으로 효율성을 통한 대학 경쟁력을 확보하기 위하여 대학마다 필요한 요인을 찾아 더욱 중점적으로 관리하여 효율성 증대를 위해 노력해야 할 것이다.

< Abstract >

The objective of this study is to identify policies that have been proceeded to promote academic-industrial cooperation and current situations and accomplishment of academic-industrial cooperative groups as an outcome of aforementioned policies.

By expanding the scope of input and calculation variable of academic-industrial group that have currently been operating in colleges in Korea from previous studies, it aimed to suggest a direction for improvement of efficient operation of colleges.

To be specific, calculation variable has been extended for the analysis compared to previous studies to enhance the measurement of efficiency in academic-industrial cooperative groups aiming to identify input and calculation variables related to the efficiency of academic-industrial cooperative groups. Secondly, it was intended to suggest the direction for improvement of efficiency and competitiveness of academic-industrial cooperative groups by comparing relative efficiency through the result value of analysis in efficiency of academic-industrial cooperative groups and ultimately seeing if there was a difference in efficiency from hypotheses in each type and characteristic. Therefore, the ultimate objective of this study is to identify the current situations of academic-industrial cooperative groups and provide fundamental information needed to establish a desirable role and developmental measures of academic-industrial cooperative groups according to their current position and reputation at colleges.

Conclusion has been derived as follows according to results in this study.

First of all, according to the result of analysis on efficiency in details, 11 colleges, about 2% of the entire subjects on the analysis, turned out to represent a relatively low efficiency of less than 20%. Therefore, a significant

amount of schools turned out to be in need of improvement due to low efficiency. Secondly, the difference between input variables and calculation variable might be of a criterion for causing the difference between efficient and inefficient groups. In the perspective of inefficient group, bench-marking is required on the level of input and calculation variables in the efficient group. Third, it was found that there was a statistically significant difference on whether the size of a college was large or mid-small, and whether colleges were located in capital or rural areas. Such results imply that polarization phenomenon might occur depending on the size and location of a college, and med/small-sized colleges located in rural areas shall exert more efforts to improve the efficiency. Lastly, colleges are required to find factors needed to acquire competitiveness through efficiency and make an effort to enhance efficiency by focusing on the management of them.

제 1 장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

산업기반의 고도화에 발맞추어 세계 각국은 기술주도권 확보를 통한 국가경쟁력의 지속적인 우위를 확보하기 위해 기존의 생산요소에 더하여 산학연이 하나가 되는 국가혁신시스템을 주요 성장전략으로 추진하고 있다(송완흠, 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, 2012).

우리나라 산학협력은 1963년 산업교육진흥법 제정과 더불어 산학협력의 개념이 도입 되었고 1970년대와 1980년대에는 산업체가 필요로 하는 기능 인력의 안정적 공급이 정부의 산학협력정책 주안점이었다. 우리나라에서는 2000년 이후부터 4년제 대학을 중심으로 산학연협력이 활성화 되어야 지식과 기술의 효율적인 창출·공유·확산이 가능하다는 인식이 확산되기 시작하였고 이에 기반 하여 정부는 고등학교나 전문대학 수준에 초점을 두던 종전의 산학연협력 정책의 범위를 확대하여 4년제 대학에서의 산학연협력을 활성화하기 위한 다양한 정책을 수립·시행하게 되었다(교육인적자원부 외, 2002). 대학은 교육과 연구의 역할과 더불어 연구결과물을 활용하는 산학연협력을 통해 대학재정에 기여할 뿐 아니라 개방혁신을 통해 국가 성장 동력을 창출함으로써 지속적인 국가경제발전의 기초를 제공해야 한다는 역할로 전환되고 있다(국가과학기술위원회, 2011). 이제 우리나라 대학도 국가발전에 혁신적 역할을 해줄 것이라는 사회적 요구에 직면하고 있다. 우리 사회는 대학이 혁신적 역할을 수행하며 사회적 요구에 부응하기 위해 현장과 밀접하며, 세계를 대상으로 경쟁할 수 있는 인력을 배출하기 위한 교육환경 구축과 산학연협력을 통한 지속가능한 연구 환경의 구축을 위한 노력을 요구하고 있다. 이러한 요구에 따라 최근 산학협력단은 LINC사업 등 많은 사업을 통하여 창업 및 기술이전 사업을 수행하고 있으며, 혁신적인 인재를 배출하기 위한 현장중심의 산학연활동을 하고 있다. 우리나라 대학의 기술혁신에 가장 큰 역할을

수행하고 있는 산학협력단의 실질적 활성화를 위한 체제를 구축하기 위하여 역할에 대한 재조명과 기술혁신이라는 성과주의에 부합하는 재평가를 모색해 볼 필요성이 있다.

기존의 산학협력단에 대한 연구는 거의 교육부 등 산학협력에 관한 정책을 수행하고자 하는 방안에 대한 논의가 많았으며, 지식재산권의 수탁관리산학협력단의 실질적인 역할인 성과확산에 대한 논의가 없었다. 즉, 기존의 연구의 대부분은 대학에서의 실질적인 산학협력을 활성화를 위한 방안을 마련하기 위한 정책과 제도에 관한 연구였으며, 이러한 것만 아니라 산학연협력의 활성화를 위해 추진되어 왔던 정책과 그러한 정책에 대한 결과물인 산학협력단의 운영 상황과 성과에 대해서 살펴보는 연구도 중요하다(염동기, 2013).

본 연구는 현재 우리나라 대학에서 운영되고 있는 산학협력단의 투입 및 산출 변수를 기존 선행연구보다 확장하여 살펴보고 대학의 효율적 운영을 향상시키기 위한 방향을 제시하고자 한다.

구체적으로는 우선 산학협력단 효율성 측정을 높이기 위하여 기존 연구보다는 산출변수를 확장하여 분석함으로써 산학협력단의 효율성과 관련 있는 투입·산출 요소를 찾아보고자 하며, 두 번째로는 본 연구의 산학협력단 효율성의 결과분석 값을 통해 상대적 효율성을 비교하고 마지막으로 유형별, 특성별 가설을 통하여 효율성 차이가 있는지 살펴봄으로써 산학협력단의 효율성과 경쟁력 제고를 위한 방향을 제시해 보고자 한다. 이를 통해 궁극적으로 산학협력단의 현재 상황을 파악하고 대학에서 산학협력단이 차지하는 위상에 걸 맞는 산학협력단의 바람직한 역할과 발전방안 마련에 필요한 기초 정보를 제공해 보고자 한다.

제2절 연구의 방법 및 구성

1. 연구의 방법

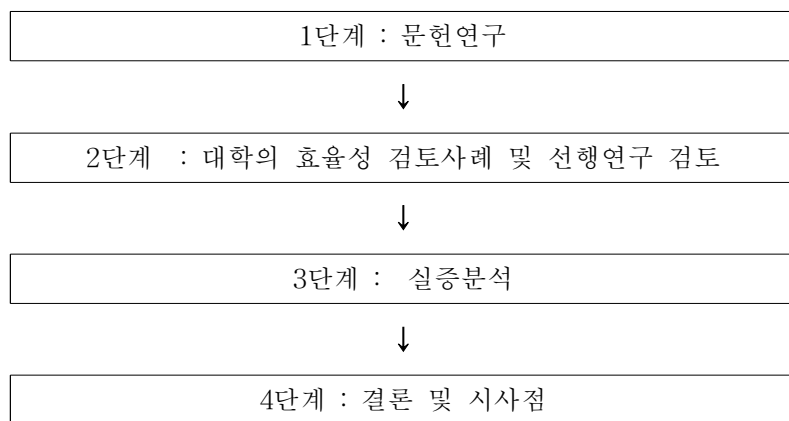
본 연구는 대학 및 산학협력단의 효율성을 평가한 적용사례 및 선행연구를 살펴보고 효율성평가에 사용된 투입변수와 산출변수를 통하여 효율성에 영향을 끼치는 요소에는 어떠한 것이 있는지 또한 산학협력단 효율성의 결과분석을 궁극

적으로 각 대학들의 효율성을 높이고자 한정된 자원을 어떻게 배분해야하는지에 대해 세밀하게 살펴봄으로써 산학협력단의 효율성과 경쟁력을 재고를 위한 방향과 아울러 앞으로 산학협력단의 발전을 위한 합리적인 평가항목의 근거를 제공하고자 한다.

이를 위하여 이 연구에서는 대학과 산학협력단의 효율성을 분석한 문헌조사를 통하여 효율성 분석 사례 및 선행연구의 내용을 살펴보고 산학협력단의 대학정보공시의 항목을 DEA를 이용하여 통계분석 후 결과해석을 통해 산학협력단의 효율성 분석의 중요도를 검토하고 연구의 시사점과 한계점을 제시하고자 한다.

본 연구의 연구체계와 흐름도 <그림 1-1>는 다음과 같다.

<그림 1-1> 연구체계와 흐름도



2. 논문의 구성

이 연구는 서론을 포함하여 모두 5개의 장으로 구성되어 있다. 제1장은 서론으로 문제의 제기와 연구의 필요성 및 연구의 목적, 연구의 방법 및 논문의 구성에 대하여 기술하였다. 제2장에서는 이론적 배경으로 산학협력단의 개요와 업무 효율성의 개념, DEA를 이용한 효율성 평가 모형을 살펴보고 사례와 선행연구를 살펴본다. 제3장에서는 본 연구의 분석모형을 통하여 투입요소와 산출요소를 선정하고 제4장에서 실증분석을 통하여 효율성 결정요인을 분석하고자 한다.

마지막 제5장에서는 본 연구의 결론으로 연구결과의 요약과 시사점을 정리한 다음 이 연구가 지닌 한계점을 기술하였다.

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구

제1절 산학협력단의 개요 및 운영현황

1. 산학협력단의 개요

1990년대 들어 산업기반이 고도화됨에 따라 고급인력과 신기술을 공급하기 위한 산학협력정책이 본격적으로 추진되었고, 2000년대 들어서는 국가균형발전과 국가 혁신체제의 구축을 위한 산학협력정책이 강조되었다. 이에 2003년 기존의 산업교육진흥법이 『산업교육진흥 및 산학협력 촉진에 관한 법률(이하 산학협력법)』로 확대 개편되는 등 정부가 본격적으로 산학협력을 진흥하게 되었다. 이에 정부는 산학협력법에 근거하여 대학의 산학연협력에 관한 업무를 관장하기 위하여 학교규칙에 의거 ‘산학협력단’을 둘 수 있도록 하였다. 산학협력단은 대학의 고유 업무인 교육과 연구 이외에도 나날이 증가하는 산학협력과 연구활동을 체계적으로 대응함에 따라 운영현황과 관련실적이 커지고 있다. 정부에서도 대학의 산학협력활동 진흥을 위하여 『지방대학혁신역량강화사업(2004-2008)』, 『산학협력중심대학육성사업(2004-2011)』, 『광역경제권선도산업인재양성사업(2009-2011)』, 『산학협력 선도대학(LINC) 육성사업(2011-2016)』 등을 통해 산학협력을 교육 및 연구와 더불어 대학의 주류 활동으로 정착시킬 수 있도록 선도하고 있다.(2014 대학 산학협력활동 조사 보고서)

2. 산학협력단 운영현황

대학의 산학협력단은 「산업교육진흥 및 산학연협력 촉진에 관한 법률」에 근거하여 다음과 같은 역할을 수행하며, 대학 내 부서로 존재하나 법인과는 별도의 독립적인 법인격을 가지고 있다.

<표 2-1> 산업교육진흥 및 산학협력력 촉진에 관한 법률(약칭:산촉법)

제27조(산학협력단의 업무) ① 산학협력단은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 산학협력계약의 체결 및 이행
2. 산학협력사업과 관련한 회계의 관리
3. 지식재산권의 취득 및 관리에 관한 업무
4. 대학의 시설 및 운영의 지원
5. 기술의 이전과 사업화 촉진에 관한 업무
6. 직무발명과 관련된 기술을 제공하는 자 및 이와 관련된 연구를 수행하는 자에 대한 보상
7. 산업교육기관의 교원과 학생의 창업지원 및 기업가정신 함양 촉진 등에 관한 업무

<표 2-2> 산업교육진흥 및 산학협력력 촉진에 관한 법률 시행령 (약칭:산촉법 시행령)

제20조(산학협력단의 업무)법 제27조제1항제8호에서 "대통령령으로 정하는 사항"이란 다음 각 호의 사항을 말한다. 다만, 산학협력단은 산학협력단의 연구원과 직원의 수, 사무소 위치 등을 고려하여 정관에서 정하는 바에 따라 제8호부터 제11호까지의 사항의 전부 또는 일부를 산학협력단의 업무로 하지 아니할 수 있다. <개정 2014.6.30.>

1. 대학 내 산학협력력 총괄 기획·조정
2. 삭제 <2014.6.30.>
3. 산학협력을 통한 학생의 취업 지원
4. 해당 대학 안에 설치·운영 중인 「중소기업창업 지원법」 제2조제7호에 따른 창업보육센터(이하 "창업보육센터"라 한다)와 이에 입주한 기업 등에 대한 지원
5. 해당 대학 안에 설치된 「벤처기업육성에 관한 특별조치법」 제2조제5항에 따른 실험실공장(이하 "실험실공장"이라 한다)에 대한 지원
6. 산학협력력 수요 및 활동에 대한 정보의 수집·제공 및 홍보
7. 산학협력사업 관련 업무 담당자에 대한 교육·훈련
8. 산학협력력과 관련하여 해당 대학의 소속 교직원이 소유하거나 소속 교직원과 그 외의 자가 공동으로 소유하는 지식재산권의 수탁관리
9. 해당 대학과 법 제37조제1항에 따른 협력연구소(이하 "협력연구소"라 한다) 간의 상호 협력 활동 지원
10. 「산업기술단지 지원에 관한 특례법」 제2조제1호에 따른 산업기술단지(이하 "산업기술단지"라 한다) 안에 해당 대학의 전부 또는 일부가 포함되어 있는 경우 산업기술단지 안에 포함된 대학의 교지(校地) 안에 입주한 기업과 연구소 등에 대한 지원
11. 그 밖에 해당 대학의 교지 안에 설치·운영되는 기업과 연구소 등에 대한 지원

지난 10년간 대학의 산학협력단 설립이 일반화되었으나 신규 대학법인인 사이버대학교, 디지털대학교, 종교지도자 양성만을 목적으로 하는 대학 및 대학원, 과학기술특성화대학 등에 한해 산학협력단이 설립되지 않았으며, 2014년 기준으로 산학협력단을 별도 법인으로 운영하는 대학은 356개로 전체대학 425개의 83.8%에 이르고 있다.

산학협력단의 운영형태는 크게 독립형, 병렬형, 연계형, 통합형의 4가지 유형이며 독립형 운영형태는 전체 140개이고 통합형은 120개이다. 독립형은 교내연구와 교외연구가 분리되어 산학협력단은 교외연구만 담당하는 형태이고 통합형은 교내연구와 교외연구를 통합 관리하는 형태로 산학협력단장 직급은 처장급이 263개로 가장 많다.

<표 2-3> 산학협력단 운영 형태 및 산학협력단장 직급

구분	내 용	대학수(개)
독립형	교내연구는 산학협력단 이외의 부서가 담당, 산학협력단은 교외연구만 담당	140(39.3%)
병렬형	연구처(교내연구)와 산학협력단(교외연구)이 역할분담(연구처와 산학협력단 겸임이 없음)	43(12.1%)
연계형	연구처(교내연구)와 산학협력단(교외연구)이 역할분담(연구처장이 산학협력단장 겸임)	53(14.9%)
통합형	산학협력단이 교내연구와 교외연구 통합관리(연구처와 산학협력단의 통합)	120(33.7%)

(권혁재, 2014)

2014년기준 산학협력단 운영형태별 산학협력 성과는 평균 운영수익, 교육연구수익, 지식재산권 보유건수에서 연계형이 실적이 높으며 이는 상대적으로 산학협력단 규모가 큰 일부대학이 연계형 유형으로 운영됨에 따라 평균 산학협력 성과가 높은 것으로 해석된다

<표 2-4> 산학협력단 운영형태별 산학협력 실적 비교

구분	평균운영수익 (백만원)	평균 산학협력교육 연구수입(백만원)	평균 지식재산권 보유건수(건수)	평균 기술이전료 (백만원)
독립형	6,271	2,660	31,3	150
병렬형	25,540	21,597	106,7	532
연계형	34,668	25,491	124,2	483
통합형	25,825	13,526	93,4	444

제2절 효율성의 개념 및 평가

1. 효율성의 개념

효율성(Efficiency)은 생산 조직이 사용한 투입요소의 수량에 대한 산출물의 생산량을 말한다(김홍유 등, 2011).

$$\text{효율성} = \text{산출물의 수량} / \text{투입요소의 사용량}$$

효율성의 종류는 크게 기술적 효율성(technical efficiency), 배분의 효율성(allocative efficiency), 규모의 효율성(scale efficiency)로 분류된다(Farrell, 1957:253-290).

기술적 효율성은 일정량의 산출물을 생산할 때 투입량을 가장 적게 사용하는 기업의 생산요소 벡터에 대한 모든 기업의 생산요소 벡터의 상대 비율로 측정된다(김용민, 2004). 기술적 효율성은 투입량의 모든 생산가능집합(product possibility set)중에서 최대의 산출을 나타내는 범위 내지 영역을 표시하고 이를 프론티어(frontier)라고 부른다(박영민, 2007 ; 김용민, 2004). 효율성의 상대평가 기준은 생산가능 집합 중 최대치의 개념인 프론티어상에 있는 경우 최고의 산출을 나타내는 것이므로 기술적인 면에서 효율성이 달성되었다고 할 수 있다. 이와 달리 상대평가 기준이 생산가능 집합 중 프론티어 내부에서 이루어진다면 기술적으로 비효

율적이라고 할 수 있을 것이다.

배분효율성은 생산요소를 두 가지 이상 사용하는 경우 일정량의 산출물 생산을 위해 총 생산비용을 극소로 하는 생산요소의 배합을 뜻한다.(박영민, 2007 ; 정기방, 2006) 규모효율성이란 규모에 대한 불변수익으로 정의된다. 어떤 의사결정단위가 투입량의 증가와 비례하여 산출량을 더 감소시킬 수 없거나, 또는 투입량의 감소와 비례하여 산출량을 더 감소시킬 수 없는 규모로 운영될 때 규모의 효율성이 있다고 한다(김용민외, 2008).

2. 서비스산업 분야의 효율성 평가

제조분야와는 다르게 서비스산업 분야인 경우에는 대부분이 무형적 성격의 산출물 때문에 투입물과 산출물의 가치를 화폐가치로 환산하기가 일반적으로 어렵다. 그러므로 제조부문에서와 같은 효율성 또는 성과를 측정하기에는 서비스 사업의 경우에 많은 어려움이 따른다. 또한 서비스부문의 다양한 조직들의 업무특성에 따라 산출물과 성과 측정의 어려움 정도는 매우 크다고 볼 수 있다(강덕영, 2003). 예컨대 서비스부문 중에서도 정책결정을 담당하는 기관과 집행을 담당하는 기관, 규제를 담당하는 기관과 사업적 성격의 기관들은 업무수행의 결과인 산출물 또는 성과의 형태가 다르다. 이는 서비스 조직부문의 효율성 평가가 대상의 특성에 따라 다르게 이루어져야 함을 뜻한다(김홍유, 2009). 따라서 서비스 조직의 효율성을 적절하게 평가하려면 다양한 조직의 특성에 따라 목적 적합하게 그 상황을 고려하여 평가하고자 하는 목적에 따라 그 방법을 달리 고려해야 할 것이다(김연성, 1997; 김홍유 등 2010).

3. DEA를 이용한 효율성 평가 모형

1) DEA의 개념 및 모형

DEA는 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)에 의해 처음 개발·소개된 선형계획 모형으로서, 유사한 목적과 기능을 갖는 의사결정단위(Decision-Making Unit, 이하 DMU)들이 최선의 의사결정단위(The Best Practice Unit)와 상대적으로 떨어져 있는 거리를 비교하여 해당 DMU들의 효율성을 평가하는 비모수적 방법이다(한하늘, 2009). DEA는 사전에 구체적인 함수나 분포형태를 가정하고 모수(parameter)를 추정하는 것이 아니라, 다수의 투입요소와 다수의 산출요소의 실제 자료만을 비교하여 DMU들 간의 상대적 효율성을 측정하는 기법이다(한하늘 2009). 따라서 투입요소와 산출요소의 가격정보가 불명확하고 생산함수를 사전에 규정하기 어려운 다양한 비영리조직의 상대적 효율 측정에 많이 적용되고 있다(한하늘, 2009). 이러한 DEA는 생산함수를 어떻게 가정하느냐에 따라 여러 가지 형태가 존재하기 때문에, 그 중 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)에 의해 최초 제안된 CCR(연구자 Charnes, Cooper, Rhodes의 이니셜) 모형은 DEA 모형 중 가장 기본적인 모형이라 할 수 있다(한하늘, 2009). 이러한 CCR 모형은 표현되는 형태에 따라 비율모형(Ratio Model), 승수모형(Multiplier Model), 포락모형(Envelopment Model)으로 구별할 수 있다(감사연구원 감사논집). 이 중 비율모형은 각 DMU의 다수투입·다수산출 상황을 단일총괄투입·단일총괄산출 상황으로 변환한 것이며, 이를 선형계획법으로 변환한 형태를 CCR 승수모형이라 하고, 이러한 CCR 승수모형을 원본모형으로 하는 쌍대모형을 CCR 포락모형이라 한다(한하늘, 2009). 다음의 <식 1>은 투입방향 CCR 포락모형의 수식이다.

<식 1>

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } \theta - \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \\ & \text{Subject to } x_{ki} \theta - \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j - s_i^- = 0, i = 1, 2, \dots, m \\ & \qquad \qquad \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j - s_r^+ = y_{kr}, r = 1, 2, \dots, s \\ & \qquad \qquad \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ & \qquad \qquad s_i^- \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \\ & \qquad \qquad s_r^+ \geq 0, r = 1, 2, \dots, s \\ & \qquad \qquad \theta : \text{ 제약없음} \end{aligned}$$

이 모형의 최적해를 $\lambda_j^* (j=1, 2, \dots, n), s_i^{-*} (i=1, 2, \dots, m), s_r^{+*} (r=1, 2, \dots, s), \theta^*$ 라고 할 때, 최적해가 $\theta^*=1$, 투입요소들의 여유변수인 $s_i^{-*}=0$, 산출요소들의 여유변수인 $s_r^{+*}=0$ 의 조건을 만족하는 DMU_K 는 DMU로 평가된다.

또한 Banker, Charnes, and Cooper(1984)에 의해 제시된 BCC(연구자 Banker, Charnes, Cooper의 이니셜) 모형은 불변규모수익(Constant Return to Scale, 이하 CRS)을 가정한 CCR 모형과 달리 변동규모수익(Variable Return to Scale, 이하 VRS)의가정을 반영하여 순수 기술 효율성을 측정할수 있는 모형으로서 다음의 <식 2>와 같은 형태를 갖는다(한하늘, 2009). 이는 앞서 살펴본 CCR 포락모형과 비교하여 λ_j 의 합이 1이라는 제약조건이 추가된 것 이외에는 차이가 없다(한하늘, 2009).

<식 2>

$$\text{Minimize } \theta - \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$$

$$\text{Subject to } x_{ki}\theta - \sum_{j=1}^n x_{ji}\lambda_j - s_i^- = 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{jr}\lambda_j - s_r^+ = y_{kr}, r = 1, 2, \dots, s$$

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

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$s_i^- \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$s_r^+ \geq 0, r = 1, 2, \dots, s$$

θ : 제약없음

이러한 BCC 모형은 CCR 모형과의 비교를 통하여 CCR 모형에서 산출된 DMU의 효율성수치가 기술적 요인에 의한 것인지 아니면 규모에 의한 것인지를 나타내는 규모의 효율성을 측정할 수 있다(한하늘, 2009). 즉 CCR 모형에서 산출된 기술효율성의 값을 BCC 모형에서 산출된 순수 기술 효율성의 값으로 나눠줌으로써 규모의 효율성을 측정할 수 있으며, 이를 통해 CCR 모형에서 산출된 DMU의 효율성 수치가 기술적 요인에 의한 것인지 아니면 규모에 의한 것인지를 각각 구분하여 분석할 수 있게 된다(한하늘, 2009).

2) DEA의 활용

DEA는 비영리조직, 대표적으로 병원, 간호서비스, 교육 등의 효율성을 측정하는 도구에서 최근 공공조직의 효율성 측정도구로 많은 관심을 받고 있다. 실제 미국의 경우 불구자 의료보험정책, 법원의 행정관리, 공공교육기관, 교정기관, 주정부내 정보서비스담당부서 등과 같은 영역에서 연구가 이루어지고 있다(김용민, 2004).

DEA는 크게 다섯 가지 장점을 가지고 있다. 우선, 조직 내의 감사기능을 수행함에 있어 관리적 이점이 있다. DEA는 이용 가능한 물리적 단위만으로 성과의 측정이 가능하므로 효율성의 점수 및 개선할 필요가 있는 항목의 수정치가 제시되므로 감사대상 등을 파악하고자 하는데 유용하게 쓰인다.

둘째, 모수적 함수형태로 규정된 생산함수를 필요로 하지 않는다. 이는 생산가능집합에 대한 소수의 기본가정만으로도 실증적 생산함수를 포괄할 수 있다.

셋째, 평가척도가 용이하다. 효율성을 평가하기 위한 투입·산출물의 기본이 화폐 단위뿐만 아니라 측정척도를 위한 물리적 단위로도 가능하다.

넷째, 추가적 정보를 제공한다. DEA가 비효율성을 특정하고 기술적 요인의 초과 투입에 따른 비효율이 존재하면 줄여야 할 투입기준을 제공하고 산출 부족에 의한 비효율이 나타나면 개선 가능한 기준을 제공한다

마지막으로, 시계열적으로 성과에 대한 추세와 생산규모에 있어 최적규모를 파악하는데 용이하다. 성과개선 여부와 최적 생산 규모점을 식별할 수 있기 때문에 장·단기의 계획을 수립하는데 용이하다.

위와 반대로, DEA의 단점은 다음과 같다. 첫째, 기술적 관계를 나타내지 못함에 따라 싼 가격에 투입자원을 구입하였는지 동일 산출물이라도 보다 나은 서비스를 제공했는지 알 수가 없다. 둘째, 효율성 평가시 비교집단으로 전체를 사용하지 못하고 비슷한 규모의 산출과 투입의 DMUs를 비교대상으로 하기 때문에 다른 전체 집단을 대상으로 한 일관성 있는 평가가 곤란하다. 셋째, DEA는 측정이 용이한 투입과 산출요소여야 하며 자료간의 동질성이 중요하다. 자료의 내용이 다른 병원이나 학교를 같이 비교하는 것은 비교분석의 의미가 없을 것이다. 넷째, DEA 분석대상의 내면적인 비효율성을 밝혀내지 못한다. 분석대상이 같은 비효율성을 가진다면 어떤 것이 비효율적인지 찾을 수가 없을 것이다. 다섯째, 투입변수, 산출변수 각각에 대한 세부적인 연구가 없어도 모형을 적용해 볼 수 있다. 이는 각 변수에 대한 명확한 정의를 내릴 때 발견할 수 있는 여러 오류 등을 모르고 지나칠 수 있기 때문이다. 여섯째, DEA에서는 경영에서의 행운이나 실수에 의한 측정결과의 차이를 발견하지 않는다. 반대로 영향을 받은 경우 그것이 다른 기업에 영향을 끼칠 가능성이 높다. 일곱째, DEA는 각각의 변수선정이나 평가대상의 선정에 따라 결과가 어느 정도는 달라질 수 있다. 각 변수의 극점에 의존하기 때문에 변수의 선정에 매우 민감하게 반응할 수 있으며, 상대평가이기 때문에 평가대상의 선정범위가 효율성 측정 자체를 크게 좌지우지 할 수가 있다.(김용민 등, 2008)

3) DEA의 특징

DEA 모형은 다수의 투입요소와 산출물을 하나의 투입 및 산출가격으로 환산하

지 않고 그대로 사용할 수 있는 비모수적 모형이어서 다른 분석방법에 비하여 산학협력단 효율성을 측정하는데 유용한 분석방법이 될 수 있다(진경미 등, 2012). 조직의 생산성에 대한 평가와 개선과정에 사용되기 때문에 DEA는 다음의 특징을 가지고 있다.

첫째, DEA는 투입과 산출이 여러 가지 있기에 이를 적절히 사용하여 하나의 효율성 지수로 표현하기 힘든 경우에 아주 용이하게 적용할 수 있다(김용민, 2004). 사람 수, 시간, 돈 등 측정단위들이 각기 다른 경우에도 적용이 용이하고 화폐단위 등으로 표시가 어렵거나 매매가 불가능한 투입 및 산출자원일 지라도 적용할 수 있다.

둘째, DEA는 투입과 산출관계가 유사하면서도 보다 효율적인 DMU들의 준거집단 선정을 통하여 이들과의 비교·평가가 가능하다. 이를 기준으로 준거집단을 기준으로 비효율적인 DMU에 대하여 비교하여 준거집단 기준으로 목표를 수정 설정한다. 그리로 이를 토대로 최대치의 목표를 설정 후 비효율성에 대한 원인 및 수준을 파악할 수 있게 된다.

셋째, DEA는 투입 및 산출자원에 대하여 가중치를 부여하게 되는 데 이러한 추정을 통하여 평가대상 DMU의 효율성을 파악할 수 있기에, 경영평가의 비율분석을 위한 항목가중치를 미리 결정할 필요가 없다. 즉 측정단위가 상이한 여러 가지의 투입변수와 산출변수를 동시에 고려할 수 있다(정기방, 2004).

넷째, DEA는 생산함수에 관한 의미를 요구하지 않고 투입과 산출변수 관계를 자세히 알지 못해도 적용이 가능하다. 이 때문에 비영리적이며 공적인 부분을 평가하는데 아주 효과적이다.

다섯째, 통제가능한 투입이 포함될 경우, 효율성 개선을 위한 관리 전략을 만들어 낼 수 있다. 효율성을 달성하기 위하여 산출증대, 투입감소 또는 두가지 방법 모두를 선택하여 새로운 전략을 수립할 수 있다(김용민 등, 2008).

제3절 선행연구

1. 선행연구

Rhodes가 1978년 Cooper의 지도하에 공립초등학교의 공공부문 교육프로그램인 Program Fellow Through(일명 PFT)의 효과를 측정할 것을 DEA를 이용한 최초의 교육조직의 성과측정이라고 할 수 있다(유성진, 2014). 그리고 고등교육의 효율성 분석은 Charnes et al(1981)에 의해 처음으로 진행되었다고 한다(유성진, 2014). 특히 고등교육기관에 관한 효율성 연구는 영국, 미국, 호주 등에서 널리 진행되었으며(Ahn et al 1988; Athanassopoulos and Shale 1997; Casu and Thanassoulis, 2006), 1990년대 후반부터는 우리나라에서도 고등교육기관에 대한 효율성을 평가하는 연구가 활발하게 이루어졌다(유성진, 2014). 오늘날까지 진행된 대학 효율성에 관한 국내의 연구들은 대학의 기능을 연구와 교육으로 나눠서 각 영역의 효율성을 비교한 연구들이 진행되었지만 많은 수의 연구들이 특정한 영역을 정하지 않고 대학의 종합적인 효율성을 비교하였다(유성진, 2014). 이러한 이유로는 우리나라의 대학은 교육과 연구의 기능을 구분하여 운영하는 대학이 많지 않기 때문이다(유성진, 2014).

DEA기법을 이용하여 효율성을 평가한 선행연구 자료는 <표 2-5>와 같다.

최경호와 안정용(2012)은 지방대학들의 연구 및 교육분야에 대한 효율성을 분석하여 향후 발전을 위한 기초자료를 제공하고자 DEA 기법을 활용하여 우리나라 국공립 대학들의 효율성을 분석하고, 지역거점대학(regional flagship national universities)과 비거점(non-flagship)대학 간의 효율성이 통계적으로 유의한지 여부를 탐색하였다. 분석은 통계학과가 모집단위로 설치되어 있는 국공립 대학 17개를 대상으로 하였으며, 대학정보 알림 사이트인 ‘대학알리미’(www.academyinfo.go)에서 제공하고 있는 자료를 활용하였다.

최고봉 등은 DEA기법을 활용 에너지기술개발사업의 세부 사업별 효율성 비교 분석을 통해 비효율적인 사업 분야의 경우 효율성 개선을 위해 어떠한 노력이 요구되는지에 대한 세부 분석을 통해 에너지기술개발사업의 추진 전반에 있어 효율성 증진을 연구하였다(최고봉, 2014). 이경남은 2008년도 학교기업지원사업을 통해 재

정지원을 받은 학교기업을 대상으로 자료포락분석(DEA)을 통해서 상대적 효율성을 분석하고, 기존과 신규지원간의 차이가 존재하는 지를 살펴보고, 비효율적으로 나타난 학교기업의 개선안을 제시하였다(이건남, 2009).

유성진 등은 한국의 국·공립대 및 사립대의 경영 효율성을 평가하고 그것에 영향을 미치는 원인을 비교 분석함으로써, 국내 대학에서 제기되고 문제점에 대해서 경영학적 측면에서 조망하였고, 이정열은 A대학을 중심으로 대학내 전체 학과의 효율성을 분석함으로써 대학의 운영 개선에 관한 시사점을 제공하였다(유성진, 2014).

염동기와 신현대는 자료포락분석(DEA)을 이용하여 46개 종합대학(재학생 15,000명 이상)의 산학협력단을 대상으로 산학협력단의 상대적 효율성을 평가 및 비교하였다(염동기 등 2013). 효율군과 비효율군을 비교하여 비효율성에 대한 원인 및 정도를 파악하였다.

진경미, 윤병운은 대학의 기술이전 건수 및 기술이전 수입액을 바탕으로 대학의 역량, 산학협력단의 특성 및 TLO(기술이전 전담조직: Technology Licensing Office)의 특성에 따라 어떤 효율성에 영향을 미치는지를 DEA를 활용하여 분석하고 이를 통해 프론티어 대학 즉, 효율성 100%을 달성한 대학의 특성을 분석하였다(진경미 등 2012). 권영훈, 김선영, 이남준은 대학정보공시자료를 이용하여 교육서비스에 사용되는 비용(투입)측면이 학교 성과(산출)에 있어 효율적으로 사용되고 있는지를 알아보았으며, 수도권 소재 대학과 지방소재 대학이 학생들에게 제공되는 교육서비스가 학생들의 만족도 수준에 효율적으로 영향을 미치는지를 연구하였다(권영훈 등 2010).

김홍유, 이종구는 DEA를 통해 대학 내의 창업보육센터 업무 및 성과에 대한 운영 효율성 평가를 바탕으로 창업보육센터 업무 운영효율성 평가와 문제점의 개선방향을 제시하는데 연구목적을 두고 분석하였다(김홍유 등 2009).

한하늘은 국립대학도서관의 기술 효율성을 개선하기 위한 자료로 DEA를 이용하여 특정 시점(2008년) 기준 하에서 국립대학도서관의 상대적 효율 수준을 나타내고, DEA Window 분석 기법을 적용하여 최근 5년(2004년-2008년)간 상대적 효율 수준의 추세변화를 설명하였다(한하늘, 2009). 이상수와 한하늘은 국내 대도시 소재 129개 공공도서관의 효율성을 평가하여 어떠한 요인들이 효율성에 영향을 미치는지를 분석하였다(이상후 등 2010).

이성상, 김이경, 이성기는 공공연구기관의 기술이전 효율성과 효율성에 영향을 미

치는 요인을 분석하였다. 이 분석을 통하여 확률적 프론티어 분석(SFA) 모델에서 투입변수만을 포함하는 프론티어 함수를 통해 대학, 공공연구기관의 기술이전 효율성과 효율성 변화를 측정하고 측정된 효율성 추정치와 효율성에 영향을 미칠 것으로 예상되는 다양한 변수들을 포함한 Tobit 모형을 구성하여 효율성 영향요인을 분석하였다(이성상 등 2012).

현만석, 유왕진(2008)은 공공연구기관의 기술이전현황을 고찰할 목적으로 평가 가능한 공공연구기관을 선정하여 상대적 기술이전 효율성을 측정하였다.

강기봉, 강태숙은 제주마 사육농가들의 제주마 사육농가의 경영효율성을 DEA(Data Envelopment Analysis)모형을 이용하여 효율성지수를 계측하고 이 계측된 결과를 통하여 투입, 산출의 관계에서 경영 내 비효율적인 요인과 요소에 대한 개선방안, 제주마 사육에서 규모의 경제성을 가지고 있는지의 여부를 분석하여 제주마 생산 및 보존에 대하여 보다 더 실질적인 문제를 제시하였다(강기봉 등 2002).

함용석, 김태영, 박창순은 ERP를 도입한 기업의 상대적인 효율성을 DEA 기법의 CCR 모형과 BCC 모형을 통하여 평가하였으며, 특히 ERP 도입 성과가 산업별로 차이가 발생할 수 있고 또한 도입 후 기간별로 효율성의 변화 추이를 분석하였다(함용석 등 2013). 최기운 등 4명(2015)은 DEA모형을 이용하여 국내 상위 15개 포워딩 업체들의 2009~2014년까지 5년간 경영효율성 분석을 통해 운영효율성을 증대시키기 방안을 제공하였다.

<표 2-5> DEA를 이용한 효율성 분석 선행연구 요약

연구자	분석목적	투입요소	산출요소
최경호, 안정용 (2012)	지방대학들의 연구 및 교육분야에 대한 발전방안	전임교원수 학생 1인당 수업료 교실수 전임교원 시수 연구과제	신입생 수 재학생 수 중도탈락율 취업율 연구실적물
최고봉, 김문정, 조인경, 김은성, 허은녕 (2014)	에너지기술개발사업을 대상으로 핵심 사업의 투자 규모에 대하여 적정성 여부 및 비효율 발생에 대한 원인분석	지원금	SCI 논문 수 비SCI 논문 수 국내 특허출원 건수 해외 특허출원 건수 기술료 징수액

연구자	분석목적	투입요소	산출요소
이건남 (2009)	학교기업간 상대적 효율성 분석, 개선안제시	재정지원액	현장실습 참여학생수 현장실습 자료개발수 매출액 인력채용수
유성진 김희훈 김주환 최정일 (2014)	국·공립대 및 사립대의 경영 효율성을 평가하 고 그것에 영향을 미치 는 원인을 비교 분석	자본 노동	직원에 대한 서비스지원 지역·기업과의 협력 재원확보
이정열 (2012)	전체 학과의 효율성 분 석을 통해 학과개선안 제시	전임교원수 학생수 학생1인당 교육비 학생1인당 장학금	취업률 연구실적
염동기 신현대 (2013)	46개 종합대학의 산학협 력단을 대상으로 산학협 력단의 상대적 효율성 평가 및 비교분석	교원 수 직원 수 교내연구비 운영비용	기술이전 수입건수 국내특허 등록건수 국제특허 등록건수 운영수입
진경미 윤병운 (2012)	대학에서의 기술이전 효 율성을 분석, 효율성 유 형을 토대로 대학을 유 형별로 구분하여 효율 성에 차이가 있는지 검 정	대학의 특성 -전임교원 수 -교내외 연구비 합 -지식재산 보유현황 산학협력단 특성 -산학협력단 운영 년수 -산학협력단 인력현황 -특허등록 연구자 보상규정 -기술이전에 관한 보상규정 기술이전 전담부서의 특성 -전담부서의 운영 년수 -전담부서 인력현황	기술이전 성과 -기술이전 실적 건수 -기술이전 실적 수입액
권영훈 김선영 이남준(2010)	교육서비스에 사용되는 비용측면이 학교 성과 에 있어 효율적으로 사 용되는지 분석	유형성, 신뢰성, 응답성, 공감성, 확신성	만족 재이용 구전
김홍유 이종구 (2009)	대학 내의 창업보육센터 업무 및 성과에 대한 운 영효율성 분석	공용실 m ² 보육실 m ² 지원인력	창업보육센터이 성과 현재입주한 기업수
한하늘 (2009)	국립대학도서관의 상대 적 효율 수준을 분석하 고, 최근 5년(2004년 -2008년)간 상대적 효율 수준의 추세변화 분석	직원수 좌석수 장서수	대출책수 이용자수
이상수 한하늘 (2010)	국내 대도시 소재 129개 공공 도서관의 효율성을 평가하고 이러한 효율성에 영향을 미치 는 요인분석	직원수 좌석수 자료수 자료구입비	이용 책수 이용자수

연구자	분석목적	투입요소	산출요소
이성상 김이경 이성기 (2012)	공공연구기관의 기술이전 효율성과 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석	연구개발비 규모 TLO 인력 기술이전 활동비	기술이전 수익
현만석, 유왕진 (2008)	공공연구기관의 기술이전 현황을 고찰	연구개발비 연구개발인력 기술이전전담인력 총보유기술건수	신규보유기술건수 특허출원건수 특허등록건수 기술이전건수 기술이전수입료
강기봉 강태숙 (2002)	제주마 사육농가의 경영 효율성 분석	사료비 고정비 유동비 자가노력비	판매수입 조수입
함용석, 김태영, 박창순(2013)	제조 업종의 ERP 도입 전후에 대한 DEA 상대적 효율성 비교 평가	매출원가 수 종업원 수	매출액 영업이익
최기운 윤정호 이진규 여기태(2015)	DEA를 활용한 포워딩 업체의 효율성분석에 관한 연구	종업원수 자본금 영업외비용	매출액 영업이익

교육기관을 대상으로 한 기존 연구자들의 효율성 분석에 이용된 투입과 산출변수에 대한 내용은 <표 2-6>과 같다. 투입요소로는 대체적으로 교사(수)수, 학생수, 재정관련 예산, 시설면적 등이며, 산출요소로서는 취업률, 대학진학률, 학업성취도, 재학생수, 입학생수, 연구결과물로서의 논문수 등으로 나타났다(이건남, 2009).

<표 2-6> 교육기관 대상 효율성 분석 선행연구

연구자	평가대상	투입요소	산출요소
Charnes, Cooper & Rhodes(1981)	70개의 미국공립학교	어머니의 교육수준 가족구성원의 직업수준 부모의 학교방문정도 교사수	언어능력 수리능력 자아존중감
Tompkins & Green(1988)	미국대학교	전임교수 직원수	재학생수 대학원생수

연구자	평가대상	투입요소	산출요소
		교수인건비 직원인건비	연구용역비 연구논문수, 저서수
Stern, Mehrez& Barboy(1993)	이스라엘의 Ben-Gurion University	운영비용 교수봉급	연구비 연구논문 졸업 학생수 학과의 수업시간
최태성·김성 종·김형기 (1999)	인문사회계열의 18개 대학	교수수 교내연구비 교외연구비	학회지 게재논문편수 대학논문집 게재 논문편수 저서, 번역수
안태식·조근 제·박태중(1998)	77개의 국·공·사립 대학교	교수수 직원수 운영비 인건비 및 기자재비	대학원생수 학부생수 연구비, 논문수 취업자수
천세영(2000)	21개의 인문계 고등학교	1학년 성적 학급당 학생수 학생당 운영비 공동경비 특별활동비 비율 교과교구비	3학년 성적평균 성적평균의 차 3학년 성적의 표준편차 표준편차의 축소율
천세영(2002)	충북지역의 63개의 일반계 및 실업계 고등학교	학급당 학생수 교사평균경력 석사이상 교원비율 자격시수율 학생당 수익사업비	4년제 대학 진학률 정서성과
김은정·김현 제·조성한(2006)	195개의 서울지역 고등학교	교사의 평균경력 17년 이상의 학력소지 교사의 비율 학생당 부지 학생당 복리비	4년제 대학 진학률
이건남(2009)	16개 시도별 전문계 고등학교	재정지원액	입학생수 진학생수 동일계 취업자수

2. 본 연구와 선행연구와의 차이

DEA를 활용하여 효율성을 분석한 선행연구자료 중에 산학협력단의 상대적 효율성을 평가한 염동기, 신현대(2013)는 재적학생 15,000명 이상의 13개 국공립대학교 33개의 사립대학 산학협력단을 대상으로 교원 수, 직원 수, 교내연구비 운영비용을 산출변수로 기술이전수입, 국내특허 등록건수, 국제특허 등록건수 및

운영수입을 산출변수로 하여 효율성을 측정하였다. 염동기와 신현대의 논문에서는 DEA를 이용한 실증분석 결과에 의거 효율군의 대학과 비효율군의 산학협력단으로 나누어 비효율군의 산학협력단이 효율군의 산학협력단을 비교 분석하여 이를 개선하기 위한 정보 등을 제공받을 수 있도록 분석하였다(염동기 등 2013). 그러나 해당논문의 연구방법은 연구대상이 46개 산학협력단을 대상으로 총 8개의 투입 및 산출변수 간의 관계를 분석하였으나, 전체 대상이 아닌 제한적인 연구이다.(염동기 등 2013).

본 연구는 염동기, 신현대 논문의 투입 및 산출변수외에 국제전문학술지, 국내전문학술지 및 국내특허 출원건수와 국제특허 출원건수를 산출변수로 추가로 확장하여 기존 연구보다 더욱 합리적인 산학협력단의 효율성을 측정하고자 하였다. 또한, 대학 정보공시제도인 대학 알리미를 통하여 2013년부터 2015년 3년 연속 존재하는 대학중 전임교원수가 없는 대학과 산학협력단 직원수가 없는 대학, 운영비용 정보가 없는 대학을 제외한 175개 대학의 3년치 총 525개의 연구샘플을 활용하여 연구결과를 더욱 일반화하고자 하였다. 아울러 선행연구에서 이루어지지 않은 산학협력단의 특성에 따른 효율성차이분석을 수행하고자 하였다. 구체적으로 DEA 분석을 통하여 산출된 효율성들의 값을 기본으로 대학이 있는 수도권과 지방에 따라 효율성 값이 차이가 있는지, 대학 규모별로 대형(학생 수 10,000명 이상)과 중·소형대학 간 효율성 값에 차이가 있는지 운영형태인 국·공립이나 사립대학 간 효율성 값에 차이가 있는지 가설을 통하여 검증해 보고자 한다. 또한 측정된 산학협력단 효율성 값과 효율성들에 영향을 미칠 것들로 파악되는 여러 변수들을 모아 Tobit 모형을 만들어 효율성의 영향요인을 분석하고자 한다.

제 3 장 연구의 설계

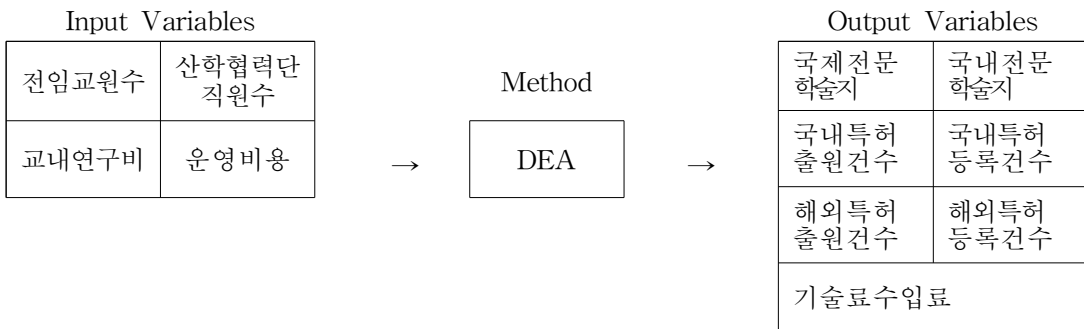
제1절 연구모형

1. 분석모형

앞에서 언급했듯이 본 연구는 산학협력단의 효율성을 측정하고 대학의 유형별·특성별로 효율성이 차이가 있는지 가설을 통하여 검정하기 위한 것이다. 본 연구에서는 2013년부터 2015년까지 3년간 대학 정보공시 자료인 "대학알리미" 자료를 이용하였다. 이 자료는 3년간 대학알리미에 3년 연속 자료가 존재하는 국내대학 중 전임교원수가 없는 대학과, 산학협력단 직원수가 없는 대학, 운영비용 정보가 없는 대학을 제외하여 175개 대학의 3년간 525건의 데이터를 포함하고 있다.

효율성은 DEA 분석을 통하여 산출하였다. 유형별 효율성 차이분석을 위한 t-검정 및 카이제곱 검정 및 효율성 결정요인 확인을 위한 tobit회귀분석은 STATA 통계분석 프로그램을 이용하였다. <그림 3-1>은 본 연구의 모형을 제시한 것이다.

<그림 3-1>



차이분석 / Tobit Model

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) 지방 / 수도권(서울, 경기, 인천) 2) 대형(10,000명 이상) / 중소형 3) 국·공립 / 사립 4) Input · Output 및 유형별 Variables |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



2. 투입요소와 산출요소의 선정

효율성을 평가하기 위한 투입요소와 산출물은 객관적이어야 하며 투입요소와 산출물이라고 인정할 수 있는 타당성을 기본으로 하여야 한다(최고봉, 2014).

투입변수로는 해당기관의 비용을 의미하는 인력과 예산을 대표할 수 있는 교원 수, 직원 수, 교내연구비, 운영비용으로 정하였다. 특히 운영비용은 산학협력단 비용에 대한 자료를 명확히 하기 위하여 운영지출산학협력비, 운영지출보조사업비, 운영지출일반관리비를 포함하였다. 기존의 선행연구에서 운영비용과 운영수입을 투입 및 산출요소로 사영하였는데 이는 산학협력단 회계처리규칙을 이해하지 못한 사례라고 볼 수 있다. 산학협력단 회계처리규칙에 따르면 운영비용과 운영수입은 차이가 없다. 당해연도 운영수입은 그 해당 사업비의 사용, 즉 운영비용부분 만큼만 운영수입으로 계상되고 나머지 잔액은 다음연도에 이월되어서 사용되기 때문에 선수수익으로 계상되어 진다. 결국, 사업 및 연구비에 있어서 운영수입과 운영비용은 같은 값을 가지고 있으며, 이를 각각 투입요소와 산출요소로 파악하여 분석하는 것은 타당하지 않다. 산학협력단은 독립된 특수법인이지만 총장의 지도·감독을 받는 대학의 하부조직으로 대학 내 모든 교원을 산학협력단의 연구 인력으로 산정하고 있기 때문에, 교원 수는 산학협력단의 산출변수에 직접적인 영향을 미친다(염동기, 2013). 이에 본 연구에서는 교원 수는 정규교원을 직원 수는 산학협력단의 정규·계약직원 및 기타직원을 그 범위로 하였다. 교내연구비는 학교에서 지원하고 있는 각종 연구비와 대응자금을 합하였다. 교내에서 지원하는 연구비를 통하여 여러 가지 성과를 나타낼 수 있으므로 교내연구비를 투입변수로 적용하였다.

산출물에 대해서는 국제전문학술지와 국내전문학술지 논문 수, 국내 특허출원 건수, 국내특허 등록건수, 해외 특허출원 건수, 해외특허 등록건수, 기술료수입료를 이용하였다. 논문을 국제전문과 국내전문으로 구분하고 특허출원을 국내와 해외로 구분한 것은 서로 다르게 평가 받아야 할 산출물이기 때문이다(최고봉, 2014). 국제전문과 국내전문학술지는 산학협력단위 연구개발사업에 대한 평가뿐만 아니라 학술적 성과가 나올 수 있는 대상에 대한 평가를 수행할 때 서로 다른 가중치를 부여하며 중요도를 구분하고 있다(최고봉, 2014). 특허 출원은 국

내와 해외가 독립적일 뿐만 아니라 특허출원을 하기 위한 노력과 비용이 서로 다를 것이며, 궁극적으로 특허가 등록이 되어 과급되는 효과가 다를 것이라는 판단 하에 구분하였다(최고봉, 2014). 또한 특허의 등록과 출원을 구분하여 변수로 사용한 이유는 등록된 특허가 해당 년도에 대한 성과라고 볼 수 있는 논리적 타당성이 떨어지기 때문이라고는 하나 특허등록 역시 산업재산권을 확보할 만한 기술이 창출되었다고 볼 수 있기 때문에 산출변수로 활용하였다(최고봉, 2014). 마지막으로 기술로부터 얻을 수 있는 수익은 기술료 수입액을 이용하였는데 실제로 산학협력단에서는 기술료를 징수하고 있다.

제 4 장 실증분석 결과

제1절 기술통계량 및 상관관계분석

1. 투입요소 및 산출요소의 기술통계량

<표 4-1>은 투입 및 산출요소의 기술 통계치를 보여주고 있다.

먼저 3년간의 기술통계량 분석결과에 따른 투입변수의 평균을 살펴보면 운영비용은 27,600,000천원, 교내연구비는 1,639,972천원, 산학협력단 직원수는 25명, 전임교원수는 368명으로 나타났다. 산출변수의 평균을 살펴보면 국제전문학술지는 127.8231건, 국내전문학술지는 209건, 국내특허출원은 76건, 국내특허등록은 52건, 해외특허출원은 14건, 해외특허등록은 4건, 기술료수입료는 270,518천원으로 나타났다. 특히 2013년부터 2015년까지 기술료수입료가 2014년 약간의 하락의 보였을 뿐 나머지 산출변수는 모두 해가 바뀔수록 평균값이 높아진 것으로 확인할 수 있다.

<표 4-1> 투입 및 산출요소의 기술통계량

(단위 : 천원 / 명 / 건)

구분 A	투입변수				산출변수							
	운영비용	교내연구비	산학협력단직원수	전임교원수	국제전문학술지	국내전문학술지	국내특허출원	국내특허등록	해외특허출원	해외특허등록	기술료수입료	
	opercost	b5	d2	b1	SCI_SC~S	P	e1	e2	e3	e4	c2	
2013	count	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	mean	29,400,000	1,541,732	23	360	120.4412	208	67	44	13	4	267,762
	sd	62,200,000	3,130,721	22	346	253.0868	201	119	87	33	12	696,702
	min	10,005	-	1	18	0	-	-	-	-	-	-
	median	7,965,538	307,000	19	253	29.55	145	16	9	1	-	17,272
	max	590,000,000	22,900,000	142	2,178	1935.03	1,078	744	617	250	93	4,298,721
2014	count	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	mean	26,000,000	1,702,591	25	369	126.6848	209	75	53	14	5	241,695
	sd	52,800,000	3,207,846	22	350	258.3816	199	126	98	41	17	569,473
	min	1,425	-	1	18	0	1	-	-	-	-	-
	median	7,640,056	351,000	19	265	31.85	139	17	10	1	-	15,681
	max	500,000,000	24,200,000	108	2,209	2006.71	969	759	588	315	145	3,581,781
2015	count	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	mean	27,500,000	1,675,591	26	375	136.3434	211	85	60	15	5	302,096
	sd	55,900,000	3,219,542	24	353	269.4502	198	146	105	40	15	623,727
	min	14,449	-	1	17	0	1	-	-	-	-	-
	median	7,910,139	324,500	20	266	33.362	141	22	15	1	-	25,000
	max	538,000,000	22,600,000	101	2,231	2043.174	996	842	645	244	119	3,940,932
Total	count	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525
	mean	27,600,000	1,639,972	25	368	127.8231	209	76	52	14	4	270,518
	sd	57,000,000	3,180,973	23	349	259.9805	199	131	97	38	15	631,399
	min	1,425	-	1	17	0	-	-	-	-	-	-
	median	7,796,930	325,000	19	264	31.04	143	18	11	1	-	18,758
	max	590,000,000	24,200,000	142	2,231	2043.174	1,078	842	645	315	145	4,298,721

2. 투입요소 및 산출요소의 상관관계분석

본 연구에서 분석하고 있는 각 투입변수와 산출변수의 상관관계를 살펴보면 <표 4-2>와 같다. 결과에 나와 있듯이 변수 간 매우 강한 상관관계(***)를 갖고 있는 것으로 나타났다. 특히 표본들의 상관관계(***) 계수가 높은 변수를 살펴보면, 국내특허 출원건수와 국내특허 등록건수의 상관계수는 .974, 해외특허출원건수와 해외특허 등록건수 상관계수는 .921, 국제전문학술지와 국내특허 등록건수와의 상관계수는 .932로 매우 강한 상관관계를 갖고 있는 것으로 나타났다.

<표 4-2> 변수 상호간 상관관계

	SCI SCOPUS	P	e1	e2	e3	e4	c2	opercost	b5	d2	b1
SCI SCOPUS	1										
P	0.760***	1									
e1	0.927***	0.741***	1								
e2	0.932***	0.728***	0.974***	1							
e3	0.826***	0.535***	0.863***	0.850***	1						
e4	0.749***	0.413***	0.759***	0.774***	0.921***	1					
c2	0.884***	0.655***	0.894***	0.898***	0.810***	0.767***	1				
opercost	0.931***	0.672***	0.903***	0.905***	0.875***	0.821***	0.853***	1			
b5	0.809***	0.685***	0.755***	0.759***	0.644***	0.604***	0.805***	0.664***	1		
d2	0.708***	0.714***	0.750***	0.742***	0.571***	0.484***	0.661***	0.673***	0.608***	1	
b1	0.910***	0.915***	0.853***	0.846***	0.679***	0.578***	0.769***	0.815***	0.765***	0.768***	1

$p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

제2절 효율성분석결과

<표 4-3>은 산학협력단의 효율성 분석 결과 값의 도수분포표이다. 분석결과, 연도별 175개의 대학 중 2013년에는 88개의 산학협력단이 100%의 상대적효율성을 가지는 것으로 나타났으며 2014년과 2015년에는 각각 81개, 84개의 산학협력단이 100%의 상대적 효율성 값을 가지는 것으로 나타났다. 총 253개 48%에 해당하는 100% 상대적 효율성을 갖는 대학(효율군)의 산학협력단은 프론티어 대학이며 효율성이 100%이 되지 못하는 나머지 대학(비효율군)의 벤치마킹 대상이 된다. 세부적으로 효율성을 분석한 결과 분석대상의 약 2%에 해당하는 11개의 학교가 20%미만의 낮은 수준의 상대적 효율성을 나타냄으로써 아직도 일부 학교가 비효율적으로 운영되고 있음을 나타내고 있으며 효율성 개선의 여지를 남겼다.

<표 4-3> 산학협력단 효율성 값 분포

효율성 값(%)	2013년	2014년	2015년	합계
100	88	81	84	253
91 ~ 99.9	19	21	23	63
81 ~ 90	14	16	22	52
71 ~ 80	15	15	16	46
61 ~ 70	11	9	15	35
51 ~ 60	9	8	5	22
41 ~ 50	8	15	4	27
31 ~ 40	2	4	4	10
21 ~ 30	3	2	1	6
11 ~ 20	1	0	0	1
0 ~ 10	5	4	1	10
총 합	175	175	175	525

100%의 효율성을 갖는 대학(효율군)과 100%미만의 효율성을 갖는 대학(비효율군) 사이에는 각 입력변수 간 어떠한 차이를 보이는지 확인하기 위한 비교결과는 <표 4-4>와 같다.

투입변수 항목을 살펴보면, 전임교원수인 경우 효율군이 비효율군 보다 1.8배 높았으며, 산학협력단 직원수도 비효율군보다 1.3배정도 효율군이 높았다. 교내연구비나 운영비용인 경우 효율군이 비효율군보다 2.3배와 3배이상 높았다.

아울러, 산출변수 항목을 살펴보면 국제전문학술지의 효율군이 비효율군 보다 3.5배 이상 높았으며, 국내전문학술지도 효율군이 1.7배 이상 높게 나타났다. 국내특허출원건수 역시 효율군이 비효율군 보다 3.3배 이상 높았다. 효율군의 대학은 비효율군의 대학보다 국내특허출원이나 국내특허등록건수 모두 3.3배이상 높았으며 해외특허인 경우도 출원건수나 등록건수 각각 6.2배와 8배 이상 높았다. 기술이전수입료도 효율군이 비효율군보다 5배 이상 높았다.

<표 4-4> 효율성 입력변수별 효율군 및 비효율군 비교

(단위: 천원/ 명/ 건)

변 수	효율군 평균				비효율군 평균				비율 % (A/B)
	2013	2014	2015	계(A)	2013	2014	2015	계(B)	
전임교원수	456	500	481	478	264	257	278	266	186
산학협력단 직원수	26	31	30	29	21	20	23	21	138
교내연구비	2,153,148	2,566,648	2,300,273	2,340,784	923,289	940,799	1,088,962	988,113	236
운영비용	44,000,000	42,100,000	41,700,000	42,300,000	14,300,000	12,200,000	15,300,000	14,000,000	302
국제전문 학술지	186	215	212	204	54	51	67	57	357
국내전문 학술지	265	285	263	271	150	143	162	152	178
국내특허 출원건수	103	124	130	119	32	33	44	36	330
국내특허 등록건수	68	89	93	83	20	23	29	24	345
해외특허 출원건수	22	27	26	25	4	3	4	4	625
해외특허 등록건수	7	9	8	8	1	1	2	1	800
기술료 수입료	49,790	40,415	48,674	46,358	8,641	7,458	12,256	9,808	496

제3절 산학협력단 특성에 따른 유형별 효율성 차이 분석

DEA 모형은 유사한 투입 및 산출구조를 갖는 DMU들의 상대적 효율성을 평가하는 기법이기 때문에 DMU들에 대한 동질성을 확보해야 한다(엄준용, 2010).

그러나 DMU들에 대한 동질성을 확보한 경우라 하더라도 DMU의 특성에 따라 효율성의 차이가 나타날 수 있기 때에 유사한 활동을 수행하는 DMU들을 그룹화하여 그룹별 특성에 따른 효율성의 차이를 분석할 필요가 있다(이정열, 2012).

이에 따라 대학의 유형에 따라 산학협력단의 효율성에도 차이가 있을 것이라는 가설하에 산학협력단의 유형에 따라 효율성 값들의 차이를 살펴보았다. DEA를 통하여 얻은 효율성 값을 기본으로 첫 번째, 대학이 위치한 지역에 따라(수도권과 지방) 효율성 값에 차이가 있는지, 두 번째, 대학의 규모에 따라(대형과 중소형) 효율성 값에 차이가 있는지, 마지막으로 국·공립 대학과 사립대학 간의 효율성 값에 차이가 있는지 다음과 같은 가설을 설정하고 독립표본 t검정을 사용하여 검증하였다.

가설1. 대학이 위치한 지역에 따라(수도권과 지방) 효율성 값에는 차이가 있을 것이다.

가설2. 대학의 규모별에 따라(대형과 중소형) 효율성 값에는 차이가 있을 것이다.

가설3. 대학의 운영형태에 따라(국·공립과 사립) 효율성 값에는 차이가 있을 것이다.

분석결과는 다음과 같다. 먼저 <표 4-5>는 수도권과 지방대학의 유형별 투입, 산출 요소의 효율성 점수의 평균값이 제시되어 있다. 자료에 따르면 수도권 그룹의 평균값이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 수도권과 지방대학의 효율성 값은 유의한 통계적 차이를 보이고 있다.

<표 4-5> 지역별 구분에 따른 차이분석

Group	Obs	Mean	Std.Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
수도권	195	.8889	.0144	.2011	.8605	.9173
지방	330	.8292	.0126	.2293	.8044	.8540

combined	525	.8514	.0096	.2209	.8324	.8703
----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Ha: diff != 0, Pr(T > t) = 0.0027

<표 4-6>은 중소형대학과 학생수 만명이상의 대형 대학의 규모별 구분에 따른 투입, 산출 요소의 효율성 점수의 평균값이 제시되어 있다. 분석결과 대형대학의 평균값이 상대적으로 높은 것으로 나타났으며 차이는 통계적으로 유의한 것을 확인 할 수 있다.

<표 4-6> 규모별 구분에 따른 차이분석

Group	Obs	Mean	Std.Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
중소형	358	.8027	.0129	.2444	.7773	.8281
대형	167	.9558	.0075	.0979	.9408	.9708
combined	525	.8514	.0096	.2209	.8324	.8703

Ha: diff != 0, Pr(T > t) = 0.0000

<표 4-7>은 국·공립 및 사립대학의 운영형태별 구분에 따른 투입, 산출 요소의 효율성 점수의 평균값이 제시되어 있다. 자료에도 나와 있듯이 운영형태의 구분에 따른 유형별로 살펴보았을 때, 효율성에 대해서 통계적으로 유의한 차이는 볼 수 없었다.

<표 4-7> 운영형태별 구분에 따른 차이분석

Group	Obs	Mean	Std.Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
국공립	123	.8775	.0169	.1876	.8440	.9110
사립	402	.8434	.0114	.2298	.8208	.8659
combined	525	.8514	.0096	.2209	.8324	.8703

Ha: diff != 0, Pr(T > t) = 0.1342

또한 대학의 유형에 따라 유형별 총 산학협력단 수 대비 100%효율성 값을 가지는 산학협력단의 비율에 차이가 있을 것이라는 가설하에 산학협력단의 유형에 따른 효율군 비율의 차이를 살펴보았다. DEA를 통하여 확인된 효율성 값을 토대로 첫 번째, 대학이 위치한 지역에 따라(수도권과 지방) 효율군 비율에 차이가 있는지, 두 번째, 대학 규모별에 따라(대형과 중소형) 효율군 비율에 차이가 있는지, 마지막으로 국·공립 대학 및 사립대학 간 효율군 비율에 차이가 있는지 여부에 대하여 다음과 같은 가설을 설정하고 카이제곱검정을 사용하여 검증하였다.

가설4. 대학이 위치한 지역에 따라(수도권과 지방) 효율군 비율에 차이가 있을 것이다.

가설5. 대학 규모별에 따라(대형과 중소형) 효율군 비율에 차이가 있을 것이다.

가설6. 대학의 운영형태에 따라(국공립과 사립) 효율군 비율에 차이가 있을 것이다.

분석결과는 <표 4-8>과 같다. 대학이 국공립인지 사립인 여부는 효율군 비율에 차이가 없었지만 대학의 규모가 대형인지 중소형인지, 대학의 위치가 수도권인지 지방인지에 대해서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

<표 4-8> 대학 유형별 효율군 비율 차이 검정 결과

분 류	유 형	비효율군	효율군	TOTAL	Pearson
지 역	수도권	83	112	195	chi2(1) = 10.6209 Pr = 0.001
	지 방	189	141	330	
	계	272	253	525	
규 모	중소형	214	144	358	chi2(1) = 28.6119 Pr = 0.000
	대 형	58	109	167	
	계	272	253	525	
운영형태	국공립	68	55	123	chi2(1) = 0.7769 Pr = 0.378
	사 립	204	198	402	
	계	272	253	525	

효율군 비율의 차이 검정에 대하여 좀 더 살펴보면, 효율성이 1 인 효율군은 수도권대학은 57.4%(112/195), 지방대학은 42.7%(141/330)로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보여주고 있으며 마찬가지로 중소형 대학은 40.2%(144/358), 대형 대학은 65.2%(109/167)로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 나머지 운영형태에서 국공립대학은 44.7%(55/123), 사립대학은 49.2%(198/402)로 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의하지 않음을 알 수 있다.

제4절 효율성 결정요인 분석

본 절에서는 국내 대학의 산학협력단의 효율성 차이를 유발한 요인을 확인하기 위하여 본 논문에 사용된 투입, 산출변수 및 주요 특성 및 유형별 분석에 사용된 변수에 대해서 회귀분석을 실시하고자 한다. 효율성 값이 0과 1사이에 있으며, 가장 효율적인 대학의 운영 효율성이 1을 초과할 수 없기 때문에 절단된 분포를 갖게 되기에 통상적인 OLS를 사용 할 수 없다(유성진, 2014). 이처럼 종속변수가 일정 범위 내의 값을 갖고 있으면서 상당 숫자의 관찰 값들이 경계점에 해당하는 값을 가질 경우에 통상적인 OLS를 사용하여 추정하면 추정계수가 편의성을 가질 수 있다(유성진, 2014). 이러한 문제를 해결하기 위해서는 흔히, Tobit Regression을 활용 한다(Sung 2011). 본 연구에서도 역시 Tobit Regression을 활용하여 효율성의 원인을 검정해 보고자 한다. 이를 위해 다음 식을 설정하였다.

<식 3>

$$\text{효율성점수} = \beta_0 + \beta_1 * \text{지역} + \beta_2 * \text{규모} + \beta_3 * \text{운영형태}$$

여기서,

효율성점수: DEA방식을 이용하여 산출된 효율성점수

지 역: 수도권이면 1, 지방이면 0인 더미변수

규 모: 대규모이면 1, 중소규모이면 0인 더미변수

운영형태: 국공립이면 1, 사립이면 0인 더미변수

<표 4-9>는 위 <식3>의 회귀식 분석모형을 이용한 대학의 유병별 분류에 따른 회귀식 분석모형의 결과 값을 나타낸 것이다. 첫 번째로 수도권 소재지 산학협력들의 효율성이 지방의 대학보다 효율성이 높은 것으로 나타났다. 기존의 국내 대학의 효율성 평가와 관련하여 지리적인 영향을 받지 않는다는 연구결과도 있었지만(유성진 등 2014), 산학협력단 업무의 특성상 지방대학보다는 수도권의 대학이 더 효율성이 높다는 것을 알 수 있다. 두 번째로 재학생수를 기준으로 대규모 및 중소규모로 나눠서 효율성의 차이를 비교한 결과 대형대학이 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이는 학생 수에 따른 전임교원확보율과 연계할 수 있으며 교원 수는 산학협력단의 연구 인력으로 산정되고 있기 때문에 산출변수에 직접적인 영향을 미치고 있음을 보여준다고 할 수 있다. 마지막으로 국공립과 사립대학과의 차이에서는 대학의 경영효율성 평가와는 다르게 산학협력단 효율성에는 영향을 주지 않는 것으로 확인됐다. 이러한 분석결과는 앞서 보았던 차이분석결과와 일관성이 유지되는 결과이다.

<표 4-9> 대학 특성별 변수 회귀분석 결과

VARIABLES	(1) model
수도권/지방	0.103*** (0.003)
대형/중소형	0.275*** (0.000)
국공립/사립	-0.027 (0.488)
Constant	1.090*** (0.000)
Observations	525

pval in parentheses / *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

<식 4>

$$\begin{aligned} \text{효율성 점수} = & \beta_0 + \beta_1 * \text{국제전문학술지} + \beta_2 * \text{국내전문학술지} + \beta_3 * \text{국내특허출원} \\ & + \beta_4 * \text{국내특허등록} + \beta_5 * \text{해외특허출원} + \beta_6 * \text{해외특허등록} + \beta_7 * \\ & \text{기술료수입료} + \beta_8 * \text{운영비용} + \beta_9 * \text{교내연구비} + \beta_{10} * \text{산학협력단직원수} \\ & + \beta_{11} * \text{전임교원수} + \beta_{12} * \text{지역} + \beta_{13} * \text{규모} + \beta_{14} * \text{운영형태} \end{aligned}$$

여기서, 변수정의는 <식3> 참고

<표 4-10>은 위 <식 4>의 투입·산출변수 및 대학 특성별 변수를 포함한 회귀 분석의 결과 값을 나타낸 것이다. 분석결과에 따르면 산학협력단의 운영비용, 교내연구비, 산학협력단 직원수, 국내전문학술지, 국내특허출원 및 해외특허출원이 효율성의 영향요인임을 확인할 수 있다.

<표 4-10> 투입· 산출변수 및 대학 특성별 변수 포함한 회귀분석 결과

VARIABLES	model
국제전문학술지	0.000 (0.262)
국내전문학술지	0.001*** (0.000)
국내특허출원	0.003*** (0.002)
국내특허등록	-0.000 (0.833)
해외특허출원	0.004* (0.077)
해외특허등록	0.001 (0.805)
기술료수입료	0.000 (0.162)
운영비용	-0.000*** (0.000)
교내연구비	-0.000*** (0.000)
산학협력단 직원수	-0.004*** (0.002)
전임교원수	0.000 (0.811)
수도권/지방	0.055 (0.107)
중소형/대형	-0.066 (0.227)
국공립/사립	0.036 (0.390)
Constant	0.852*** (0.000)
Observations	525

pval in parentheses / *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

제 5 장 결론

제1절 연구결과의 요약

본 연구는 산학협력단의 효율성을 분석하고 효율성 제고를 위한 방향을 제시하고자 하였다. 산학협력정책에 대한 성과나 문제점에 대한 연구나 성과를 찾아볼 수 없는 상황에서 본 연구를 통해 산학협력이 활성화 방안을 구축하고 대학 내에서 산학협력단의 역할을 재조명하고자 하였다. 아울러 이를 통해 산학협력단이 실질적 역할을 수행할 수 있도록 모형을 탐색하고 평가해 보고자 하였다.

본 연구의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, DEA 방법으로 2013년부터 2015년까지 산학협력단의 효율성을 분석하였을 때 효율성 평균은 85.14%로 나타났다. 세부적으로 효율성을 분석한 결과 분석대상의 약 2%에 해당하는 11개의 학교가 20%미만의 낮은 수준의 상대적 효율성을 나타내면서 상당수의 학교가 아직은 효율성이 낮은 상태로 개선이 필요하다고 보여 진다. 교육부에서 대학정원 4만명 감축계획을 발표하였듯이(2015.8.30. 교육부 보도자료 참고) 2030년에는 현재의 대학 입학 정원이 현재수준의 절반으로 예상된다. 이러한 상황에서 대학은 재정적 측면에서 등록금 수입의 감소뿐 아니라 입학정원수에 따른 정부의 대학 지원금은 점차 감소하여 각 대학의 재정악화를 가져오고 정부는 부실대학퇴출이나 통합압박의 조치를 취하게 될 것이다.

이러한 현실에서 대학은 생존을 위하여 높은 수준의 성과와 서비스품질에 대한 요구에 직면하게 될 것이며 이를 위하여 대학의 산학협력 활동을 강화하여 경쟁력을 갖추어 전반적인 효율성 수준을 향상 시킬 필요가 있다.

둘째, 산학협력단의 효율성 측면에서 국내 대학의 약 48%는 100% 상대적 효율성을 갖는 대학(효율군)으로 나타났다. 투입변수 항목을 살펴보면, 전임교원수인 경우 효율군이 비효율군 보다 1.8배 높았으며, 산학협력단 직원수도 비효율군보다 1.3배정도 효율군이 높았다. 교내연구비나 운영비용인 경우 효율군이 비효율군보다 2.3배와 3배이상 높았다. 아울러, 산출변수 항목을 살펴보면 국제전문학술지의 효율군이 비효율군 보다 3.5배 이상 높았으며, 국내전문학술지도 효율군이 1.7배

이상 높게 나타났다. 국내특허출원건수 역시 효율군이 비효율군 보다 3.3배 이상 높았다. 효율군의 대학은 비효율군의 대학보다 국내특허출원이나 국내특허등록건수 모두 3.3배이상 높았으며 해외특허인 경우도 출원건수나 등록건수 각각 6.2배와 8배 이상 높았다. 기술이전수입료도 효율군이 비효율군보다 5배 이상 높았다. 이렇듯 투입변수와 산출변수의 차이는 효율군과 비효율군의 차이가 되는 근거가 될 수 있으며 비효율군 대학의 입장에서는 효율군의 투입·산출변수 수준에 대한 벤치마킹이 필요하다.

셋째, 차이분석을 통해 대학이 위치한 지역에 따라(수도권과 지방) 효율성 평균에 차이가 있으며, 대학 규모별에 따라(대형과 중소형) 효율성 평균에 차이가 있는 것을 확인하였으나, 대학의 운영형태에 구분에서는(국공립과 사립) 효율성 평균에는 차이가 없는 것으로 확인하였다. 또한 대학의 유형에 따라 유형별 총 산학협력단 수 대비 100%효율성 값을 가지는 산학협력단의 비율에 대한 차이분석 결과 대학이 국공립인지 사립인 여부는 효율군 비율에 차이가 없었지만 대학의 규모가 대형인지 중소형인지, 대학의 위치가 수도권인지 지방인지에 대해서는 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 대학의 규모와 지역에 따라 양극화 현상이 나타날 수 있으며 지방 및 중소형 대학의 경우 효율성 향상을 위해 더욱더 노력해야 할 것임을 시사한다.

넷째, Tobit Regression 결과를 통해 수도권 대학여부 및 대형대학 여부가 효율성 결정요인임을 확인하였다. 이는 앞서 제시한 차이분석과 일관성 있는 결과이다.

또한 효율성점수에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수들을 모두 포함하여 회귀 분석한 결과 산학협력단의 운영비용, 교내연구비, 산학협력단 직원 수, 국내전문학술지, 국내특허출원 및 해외특허출원이 효율성 영향요인임을 확인하였다.

이는 결국 효율성을 통한 대학 경쟁력을 확보하기 위하여 산학협력단의 운영비용, 교내연구비, 산학협력단 직원 수, 국내전문학술지, 국내특허출원 및 해외특허출원 등의 요인을 더욱 중점적으로 관리하여 효율성 증대를 위해 노력해야 할 것으로 보인다.

최근 국가의 R&D는 투자위주에서 성과확산주의로 정책이 변화하였으며, 이를 수행하는 산학협력단은 연구진흥 및 기술사업화 등 성과관리의 중추적 역할을 하고 있다. 그 역할의 중요성은 양적인 예산규모의 증가에서 볼 수 있으며, 산학

협력단 운영수익 현황은 2011년 56조규모에서 2014년 63조로 늘어났다.(2014년 대학 산학협력활동 조사보고서) 그러나 이러한 양적 성장 이외 질적 성장에 대해서는 여전히 의문시 되고 있으며, 양적 성장과 더불어 질적 성장을 이룩하기 위하여 효율성 구축을 위해 노력해야 할 것으로 보인다.

제2절 연구의 시사점 및 한계

이 연구의 시사점과 한계점은 다음과 같다. 먼저 산학협력단의 지표로 사용하였으며, 기존의 산학협력단 투입 및 산출변수를 보다 구체적이며 성과주의에 부합한 세분화된 지표로 산학협력단의 효율성 분석을 시도하고자 하였다. 교육, 연구뿐만 아니라 산학협력단의 활동이 우리나라 대학을 평가하는 대표적인 기준임에도 불구하고 국내대학의 효율성 분석에 대한 연구는 대부분 연구와 교육 분야에 집중되어 있었다(유성진 등, 2014). 산학협력단의 지표로 효율성에 대한 연구가 없었던 것은 아니나 이는 산학협력단을 평가하는 지표가 어떤 것이 있는지에 한정되어 있고 산학협력단 지표를 이용한 상대적 효율성분석과 대학 유형별 효율성 차이분석 및 효율성 결정요인 분석에 관한 연구는 매우 부족한 현실이다.

대학의 설립이 자유로운 상황에서 재학생 비율이 50%도 채 되지 않고 퇴출과 통합의 위기를 겪고 있는 대학들이 늘어나고 있고, 전체 대학의 지출 중 운영관리비의 비중이 늘어나고 있다(유성진 등, 2014). 산학기반 고도화시점에 산학협력 역할이 중요해지고 있는 이 시기에 본 연구는 매우 의의가 있는 연구라고 하겠다.

또한, 100%의 효율성 값을 가지는 대학들은 프론티어 대학으로서 효율성이 100%에 미치지 못하는 타 대학의 벤치마킹 대상이 된다(진경미와 윤병운, 2012). 이러한 상황에서 효율성이 높은 대학들의 변수를 볼 때에 각 대학별 효율성을 높일 수 있는 사항들이 무엇인지를 파악하여 전략적으로 행동할 수 있는 방안을 강구할 수 있을 것이다.

이 연구의 한계점으로는, 첫째, 본 연구의 투입·산출요소는 2008년 최초 공시된 대학정보공시 자료에 의존한다. 따라서, 대학정보공시 자체에 대한 검증 문제가 존재하게 되며 대학정보공시 자료가 문제가 있을 경우 검증할 수 있는 방법이 없다. 투입 및 산출변수가 변화하게 되면 그 결과도 변하게 된다. 그러나, 아직까

지 산학협력단의 투입변수와 산출변수의 선택이 일반화 되어 있지 못한 것은 사실이다. 한걸음 나아가 산학협력단의 투입 및 산출변수와 대학의 지표와의 관계를 입체적으로 살펴보아야 할 것이다. 이러한 과정은 산학연 활동을 통해 대학의 경쟁력을 강화시키고자 하는 궁극적인 목적에도 부합되는 것이다.

둘째, 교육부는 현장중심 및 성과확산을 위해 다양한 사업을 산학협력단을 통하여 수행하고 있다. 또한, 대학의 정보공시도 “대학 알리미”를 통해 대학의 지표관리를 하고 있다. 결국 산학연 활성화를 위한 교육부 정책의 과정에서 반드시 피드백과정이 수반되어야 하며 향후 이러한 정책이 어떤 지표를 향상시킬지에 대해 고민하고 그 사업의 결과가 어떤 지표향상을 가져왔는지에 대해 살펴볼 필요가 있다. 향후에는 사업의 정책적 과정이 어떤 결과를 이끌어내었는지 이를 토대로 향후 정책적 시사점이 무엇인지를 살펴보는 연구가 필요하며, 이를 기반으로 보다 산학연 활성화를 위한 정책 입안에 도움을 줄 필요성이 있다.

셋째, 본 연구에서 고찰한 투입·산출요소 이외에 산학협력단의 효율성에 영향을 미치는 요인이 많이 존재할 것이다. 향후에는 산학협력단의 투입·산출요소에 대해서 보다 입체적이며 세밀하게 검증하고, 효율성에 대한 분석하는 연구가 기대된다. 다양한 연구를 바탕으로 산학협력을 활성화하고 산학협력단이 자기매김할 수 있도록 정밀하게 분석방법 및 모형이 필요하며, 산학협력단의 성과확산주의에 기여하며, 이를 통해 대학의 질적이 향상 방안 등의 후속연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

<참 고 문 헌>

- 함용석·김태영·박창순, “제조 업종의 ERP 도입 전후에 대한 DEA 상대적 효율성 비교 평가”, 동양미래대학 학술연구비, 2013.
- 김성호·최찬용·나희승, “AHP와 DEA를 활용한 철도선로구간 노후도 평가”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 2012.
- 강기봉·강태숙, “A DEA를 이용한 제주마 사육농가의 경영효율성 분석”, 농업경영, 정책연구, 2002.
- 김종대·조영석·박송춘, “부트스트랩 기법을 이용한 지역신탁의 경영효율성 분석”, 목포대논문
- 최기운·윤정호·이진규·여기태, “DEA를 활용한 포워딩 업체의 효율성분석에 관한 연구”, 해운물류연구, 2015.
- 이성상·김이경·이성기, “대학, 공공연구기관의 기술이전 효율성 변화와 효율성 결정요인 분석”, 한국지식재산연구원·한국지식재산학회, 2012.
- 박래수·권일숙, “DEA를 이용한 신용협동조합의 경영효율성분석”, 숙명여대 박사논문
- 한동성·신민철, “학술연구지원사업의 효율성 평가: DEA와 SFA를 중심으로”, 정부학연구, 2010.
- 박승·민준영·나중경, “DEA를 활용한 공공기관 기술개발 효율성 분석 연구”
- 박길영·오성동·박노경, “컨테이너항만의 경쟁력 측정방법: AHP와 DEA 접근”, 한국항만경제학회지, 2005.
- 현만석·유왕진, “DEA 모형을 이용한 공공연구기관의 기술이전”, 한국기술거래소, 2008.
- 김용민의 7명, “사회복지서비스 분야에서 DEA 분석방법의 적용과 해석”, 사회재정포럼, 2008.
- 이정열, “대학 학과 효율성 분석: A 대학의 사례를 중심으로”, 한국교육행정학회 연구, 2012.
- 최고봉·김문정·조인경·김은성·허은영, “DEA기법을 활용한 국내 에너지기술개발 사업 효율성 분석”, 한국혁신학회지, 2014.

- 이상수·한하늘, “DEA와 Tobit 모형을 이용한 대도시 공공도서관의 효율성 영향 요인 분석”,정보관리연구,2010.
- 권영훈·김선영·이남준, “DEA모형을 이용한 대학운영 효율성 분석 연구: 수도권 소재 대학과 지방소재대학의 비교분석을 중심으로”,서비스경영학회지,2010.
- 최경호,안정용, “자료포락분석(DEA)을 이용한 지역대학의 효율성분석”,2012.
- 김태영·설경진·곽영대, “DEA를 이용한 호텔 관광 서비스 업계의 CRM 도입 효율성 분석”,지능정보연구,2011
- 김홍유·이종구, “한국 대학의 창업보육센터 운영효율성 분석에 관한 연구”,(사)아시아,유럽미래학회,2010.
- 하오현·정우식·정용모, “국립대학교병원의 DEA 효율성과 경영성과 간의 관계”, 2015.
- 한하늘, “DEA/Window를 이용한 국립대학도서관의 효율성 추세변화 분석”, 정보관리연구,2009.
- 김홍유·이종구·송병선, “대학의 취업 및 학사 업무 운영효율성 평가에 관한 연구 -경기도내 대학의 취업률과 장학금 수혜액을 중심으로-”,한국기업경영학회, 2011.
- 염동기·신현대, “세계대학 평가체제 개선을 위한 실증분석 및 DEA 평가모형 적용연구”,행정논총,2013.
- 신현대, “대학의 성과평가에 관한 비교측정 연구”
- 이건남, “DEA 기법을 활용한 학교기업지원사업 재정지원의 상대적 효율성 분석: 3기 1차년도 사업을 중심으로”,직업능력개발연구,2009.
- 유성진·김용희·김주훈·최정일, “DEA 모형을 이용한 국내 대학의 경영 효율성 평가”,2014
- 염동기·신현대, “자료포락분석(DEA)을 이용한 산학협력단의 상대적 효율성 평가”, 행정논총,2013.
- 진경미·윤병윤, “DEA 모형을 이용한 국내 대학의 기술이전 효율성 분석”2012.
- 이석열·이호섭, “교육역량강화지원사업 선정 대학의 상대적 효율성 분석”,교육 종합연구.2013.
- 오상준, “산학협력단 재무성과 분석을 통한 발전방안”,경영학석사학위 논문

- 서갑수, “산학협력단 회계처리규칙에 관한 연구- 개정규칙을 중심으로 -”, 국제 회계연구, 2013.
- 송환읍, “산학협력활성화방안”, 한국과학기술기획평가원, 2006.
- 교육과학기술부. “산학연협력 선진화를 위한 기반구축방안 연구”, 2010.
- 교육부·한국연구재단, “2014 대학 산학협력활동 조사보고서”, 2016.1.22.
- 김용민, “지역사회복지관의 효율성 증진방안에 관한 연구” 2004.
- 박영민, “자료포락분석(DEA)을 이용한 위탁급식전문회사의 산업체 급식점 효율성 평가 “. 2007.2.
- 정기방, “한국 도농복합정책의 규모 경제 성과에 관한 연구”, 2006.
- 강덕영, “국내제약산업의 운영효율성 평가에 관한 연구”, 2003.
- 김홍유, “DEA를 이용한 대학 진로지원 업무의 운영효율성 분석”, 2009.
- 엄준용, “DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석”, 2010.
- 권혁재, “산학협력단 경영성과에 영향을 미치는 핵심역량에 관한 연구”, 2014.
- 감사연구원, “감사논집”