

# 과학기술원과 일반대학 간 상대적 효율성 비교연구

강호원\*

\*연세대학교 기술정책협동과정

e-mail: knightc@naver.com

## A Comparative Study on the Relative Efficiency between the Institute of Science and Technology and General University

Howon Kang\*

\*Dept. of Science and Technology Policy, Yonsei University

### 요약

과학기술원은 1971년 KAIST를 시작으로 현재까지 4개가 설립되었다. 고등교육법에 따라 교육부가 관리·감독하는 일반대학과 비교할 때 과학기술정보통신부 소관으로 일반대학보다 많은 자율성을 가지고 있다. 본 연구는 소관 부처 및 자율성의 차이로 인해 일반대학과 과학기술원이 성과 측면에서 어떤 차이가 있는지 파악하고 그 결과를 바탕으로 앞으로의 과학기술원 지원 정책 방향을 제시하고자 하였다. 과학기술원과 세계대학 순위가 비슷한 일반대학을 선정하여 학술적, 기술적, 경제적 성과 측면에서 두 집단의 상대적 효율성이 유의한 차이가 있는지 분석했다. 그 결과 양적 학술성과 산출은 과학기술원이 일반대학에 비하여 상대적으로 효율성이 낮지만, 질적 학술성과 기술 성과는 과학기술원이 일반대학에 비하여 높은 효율성을 나타냈고 경제성과는 과학기술원과 일반대학 간 통계적으로 유의한 효율성 차이가 나타나지 않았다. 이러한 분석 결과에 따라 향후 과학기술원 지원 정책의 방향은 창업, 기술사업화 등과 관련된 지원체계 고도화 및 연구자에 대한 인센티브 강화 등 경제적 성과 제고를 위한 측면에 집중하여야 한다고 제안한다.

살펴보았다. 4장에서는 데이터의 수집 및 변수 설정, 그리고 연구가설 및 모델을 설명했다. 5장에서는 분석 결과를 제시하며, 6장은 결론으로서 향후의 과기원 지원 정책 방향을 제안한다.

## 1. 서론

과학기술원은 1971년 KAIST(한국과학기술원)를 최초로 1993년 GIST(광주과학기술원), 2004년 DGIST(대구경북과학기술원), 2007년 UNIST(울산과학기술원) 등 총 네 곳이 차례로 설립되었다. 일반대학은 고등교육법에 따라 교육부 소관으로 관리·감독 및 지원되고 있지만 과학기술원은 기관별 설립법이 있고 과학기술정보통신부 소관으로 관리·지원되고 있다[1]. 과학기술원은 고등교육법상 규제를 상대적으로 적게 적용받고, 정부로부터 집중 지원받아 일반대학에 비하여 교육·연구 여건이 좋은 편이라고 알려져 있다.

본 연구는 서로 다르게 관리·감독 및 지원되고 있는 과학기술원과 일반대학의 성과 차이를 규명하고, 그 결과를 근거로 향후 과학기술원 지원 정책 방향에 관하여 제안코자 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 과학기술원의 연혁과 특징을 소개했고, 3장에서는 상대적 효율성 도출 방법인 DEA의 이론적 배경과 이를 대학에 적용한 선행연구를

## 2. 과학기술원 현황

### 2.1 과학기술원의 연혁

과학기술원은 설립부터 정부의 적극적 역할이 있었다. 1960년대 초부터 우리나라가 산업구조를 고도화하며 경제 발전을 추진하는 과정에서 고급 과학기술 인재 부족이 큰 문제가 됨에 따라 정부는 첨단기술 관련 연구와 교육에 특화된 기관 설립에 착수하였다. 그 결과 1971년, KAIST가 최초의 과학기술원으로서 기존의 건고한 전통적 대학 교육 모델에서 벗어나 창의성, 학제 간 협력, 지식의 실질적 응용에 중점을 두고 설립되어 성공적으로 정착하였다[2].

KAIST의 성공은 GIST, DGIST, UNIST의 설립으로 이어졌다. 이 과정에서 정부는 다양한 혁신적 정책과 전략적 투자

를 과학기술원의 R&D 활동에 지원하였다. 정부에 의한 연구개발 친화적 환경 조성은 과학기술원 성장에 크게 이바지했다[1]. 그 결과 과학기술원들은 현재 QS, THE 등 세계 대학순위 평가에서 상위권을 유지하며 이공계 분야에서 우리나라를 대표하는 고등교육기관으로 정착하였다.

## 2.2 과학기술원의 특징

일반대학과 다르게 과학기술원은 기관별 근거법이 있어 국립기관임에도 국립대학이 아니고, 특수대학으로 분류된다. 조직 형태가 정부출연연구기관에 교육 기능이 추가된 것처럼 연구 기능이 강화되어 있어 모든 과기원이 학부생보다 대학원생이 더 많다.

일반대학과 달리 과학기술정보통신부의 소관으로 조직, 정원 등의 측면에서 상대적으로 자유롭다. 특히 학생 정원을 대학이 자율적으로 결정하고 소관 부처에 보고만 하면 되고 학과별 정원도 없어 무학과제로 운용된다.

과학기술원의 경상경비와 인건비 대부분은 매년 정부출연금 형태로 지원된다. 4개 과학기술원의 정부출연금은 '23년도 기준 5,375억원이다. 이 예산에는 학생 등록금, 기관 자체 연구비 등도 포함된다. 이외에 많은 정부 R&D 과제를 수주하며 추가 지원이 이루어진다. 기관 운영이 R&D 중심으로 이루어지고, 고가 실험장비 등 연구인프라 측면에서 우수하다.

## 3. 이론적 배경

### 3.1 DEA의 개념

DEA(Data Envelopment Analysis)는 다수의 투입 요소와 산출 요소를 가진 의사결정 단위(DMU : Decision Making Unit) 간 상대적 효율성을 평가하는 기법으로서 비교 대상 중 가장 효율적인 집단인 프런티어 집단에 비추어 각 DMU의 상대적 효율성을 측정한다[3]. 기본적으로 각각의 DMU에 대하여 '(산출의 가중합)/(투입의 가중합)'을 계산해 비교하는 개념으로, 투입 및 산출 요소의 단위가 서로 달라도 규준화 없이 사용할 수 있다. 또한, 변수 모집단에 대하여 어떤 가정도 할 수 없을 때 사용가능한 비모수적 접근법(Nonparametric Method)으로서 같은 종류의 기관 간 다양한 측면을 비교하는 다수의 선행연구에 활용되었다.

DEA를 수행할 때는 변별력을 확보하기 위해 DMU 개수가 최소한 투입 변수와 산출 변수 합의 3배 이상일 것이 권장된다[4]. 과학기술원은 총 4개이고, 세계대학 순위 평가에서 과학기술원과 유사한 순위의 일반대학 수는 많지 않다. 따라서, 본 연구에서는 DEA 모형의 변수 수를 최소한으로

하고, 정밀한 분석을 위해 분야별 성과로 나누어 분석하는 모형을 구성했다.

### 3.2 DEA를 활용한 대학 비교 선행연구

DEA 기법을 대학 비교에 활용한 대표적 연구들의 연구 주제와 사용 변수는 다음과 같다.

신현대(2006)는 국내 38개 대학의 상대적 효율성을 비교하였다. 투입 변수는 교수 수, 직원 수, 대학원생 수, 인건비, 교내연구비, 장서 수 등이고, 산출 변수는 국제 논문 수, 논문 1편당 피인용 횟수, 국내 논문 수, 연구용역 수입, 사회적 평판도 등이다[5].

배재호(2013)는 지방 사립 전문대학의 30개 학과를 대상으로 상대적 효율성을 비교했다. 투입 변수로는 교수 수, 점유 면적, 실험실습비를 산출 변수로는 입학생 수, 졸업생 수, 취업/편입자 수, 연구 실적(논문 및 특허 실적, 저/역서 단순 집계), 수주연구비 등을 설정하였다[6].

우상규와 정우열(2015)은 정부의 대학평가정책이 대학 운영의 효율성에 미친 영향 알아보기 위해 75개 대학의 2011년과 2014년의 효율성을 비교하였다. 투입 변수는 전임교원 확보율, 직원 1인당 재학생 수, 교육비 환원율, 장학금 지급률, 전임교원 1인당 교내연구비, 교사(校舍)확보율로 하였고, 산출 변수는 취업률, 정원 내 재학생 충원율 및 신입생 충원율, 전임교원 1인당 논문 수 및 교외연구비 수혜 실적으로 설정했다[7].

이뿐 아니라 다른 선행연구들도 살펴보면 투입/산출 변수를 확고한 이론적 배경 없이 연구 목적에 따라 설정하고 있다.

## 4. 연구방법

### 4.1 분석 범위 및 자료

QS(Quacquarelli Symonds)와 THE(Times Higher Education) 세계대학 순위 평가에서 과기원과 유사한 순위의 일반대학 12개를 선정하고, 4개 과기원과 비교 분석을 수행했다(분석 대상 대학은 표2 참조).

데이터는 대학정보공시(대학알리마: <https://www.academyinfo.go.kr>)의 2020년부터 2023년까지 4년간 공시자료를 활용했다.

### 4.2 DEA 투입/성과 변수 설정

대학정보공시가 제공하는 교육·연구 성과는 졸업생 수, 졸업생 진학률 및 취업률, 전임교원의 연구실적(논문 및 저/역서 수), 전임교원의 연구비 수혜실적, 기술료 및 기술이전 건수, 특허 출원 및 등록 건수, 교원 및 학생 창업 실적 등이다[8].

대학의 기본 기능이 인재 양성이므로 졸업생의 진학률/

취업률 등이 비교 대상 성과가 될 수도 있지만, 일반대학 총 정원 및 학과별 정원이 교육부에 의해 결정되는 상황에서 졸업생 수가 학교 비교의 기준이 되는 것은 부적절하다. 또한 대학마다 교육 목표 인재상이 다를 경우 고려할 때, 진학률, 취업률을 비교 기준으로 하는 것도 적절치 않다.

전임교원 1인당 논문 수는 대표적 양적 학술성과로서 비교 기준이 될 수 있다. 하지만, 질적 학술성과도 중요하다. 이에 자연과학 분야에서 널리 받아들여지는 Nature Index로 질적 학술성과 비교 기준을 삼았다. Nature Index는 세계적 학술지 Nature社가 국제 유력 학술지 논문의 공저자 수, 논문 기여도, 학문 분야별 가치치 등을 분석한 결과를 수치로 변환하여 제시하는 지수로서 연구기관의 순위 배분에 사용된다. 종합하여, 본 연구에서 양적 학술성과 산출 변수는 대학 전임교원의 논문 수로, 질적 학술성과 산출 변수는 대학의 Nature Index로 설정하였다.

아울러 최근 지식기반사회가 도래하며 대학이 혁신의 선도자로서 새로운 기술과 산업 창출 등 경제·사회 발전에 이바지하는 역할이 강조됨에 따라[9], 특허출원 건수, 기술료 기술성과, 경제성과의 산출 변수로 설정하였다.

투입 변수로는 전임교원 수와 연구비를 설정하였다. 전임교원은 앞서 산출 변수로 설정한 논문, 특허, 기술료의 생산자로서 대부분 선행연구에서도 투입 변수로 설정되었다. 연구비는 선행연구에서 연구 목적과 맥락에 따라 산출 변수로 설정된 예도 있으나, 본 연구에서는 성과 생산을 위한 비용으로써 투입 변수로 설정하였다. DEA의 투입 변수와 산출 변수를 표1로 정리했다.

[표 1] DEA의 모델의 투입/산출 변수

구분	변수 정의
투입 변수	전임교원 수(당해 연도) 대학 연구비 총액(전임교원, 당해 연도)
산출 변수	연간 SCI/SCOPUS 논문 편수(전임교원) 기관의 Nature Index(당해 연도) 연간 기관 특허출원 건수(전임교원) 연간 기관 기술료(전임교원)

위의 변수들에 대하여 대학정보공시에서 데이터를 얻은 결과는 표2와 같다. 관련 데이터 수집 및 집계 시, 과학기술원에 공학·자연 계열만 있으므로 일반대학에 대해서도 두 계열의 데이터만 추출했다.

[표 2] 각 대학의 투입/산출 변수값(2020~2023, 4년 자료의 연평균)

대학	전임교수 수	전임교수 1인당(연간)				
		연구비 (천원)	SCI/SCOPUS 논문수	Nature Index	특허출원 수	기술료 (천원)
서울대학교	883	511,826	1.266	0.2187	1.894	8,233
KAIST	611	674,570	1.193	0.2849	2.553	13,411
연세대학교	604	474,570	1.207	0.1653	2.256	9,117
고려대학교	598	529,225	1.354	0.1247	2.361	7,697
성균관대학교	570	568,032	1.487	0.1535	1.563	6,292

경희대학교	542	211,663	1.119	0.0460	1.158	8,890
한양대학교	441	413,227	1.220	0.1086	2.103	20,402
중앙대학교	373	296,321	1.210	0.0600	0.915	3,708
이주대학교	370	216,992	0.779	0.0413	1.101	9,007
울산대학교	330	128,410	0.712	0.0383	1.032	2,987
건국대학교	305	217,460	1.090	0.0308	0.876	3,632
UNIST	287	457,581	1.132	0.2732	2.126	3,773
포항공과대학교	271	703,030	1.232	0.3577	2.301	11,459
이화여자대학교	266	365,427	0.939	0.0935	1.178	4,526
GIST	188	505,373	1.025	0.1599	1.450	7,050
DGIST	129	342,345	0.770	0.1459	2.849	10,014
평균 (표준편차)	423 (190.7)	413,515 (164,550)	1.108 (0.2093)	0.1439 (0.09487)	1.732 (0.6258)	8,137 (4,319)

### 4.3 가설 및 연구모델의 설정

과학기술원과 일반대학 간의 부문별 성과에 차이가 존재하는지 파악하기 위하여 4개의 가설을 설정하였다.

**[가설1]** 과학기술원과 일반대학 간 양적 학술성과의 상대적 효율성 차이는 없다.

**[가설2]** 과학기술원과 일반대학 간 질적 학술성과의 상대적 효율성 차이는 없다.

**[가설3]** 과학기술원과 일반대학 간 기술 성과의 상대적 효율성 차이는 없다.

**[가설4]** 과학기술원과 일반대학 간 경제성과의 상대적 효율성 차이는 없다.

위 가설에 따라 4개의 DEA 모델을 표3과 같이 구성하였다. 그리고 Excel 기반 DEAFrontier Software(by Joe Zhu)를 사용하여 DEA를 수행했다.

[표 3] DEA 모델의 구조

모델	산출 변수	투입 변수
양적 학술성과	연간 SCI/SCOPUS 논문 수(기관)	· 전임교원 수 · 연간 연구비 (기관)
질적 학술성과	Nature Index(기관, 당해연도)	
기술 성과	연간 특허출원 수(기관)	
경제성과	연간 기술료(기관)	

그리고 부문별 상대적 효율성을 종속변수로 전임교원 수, 기관 연간 연구비, 과학기술원 여부를 독립변수로 하는 다중회귀분석을 실시하여 4개의 가설을 검증했다.

## 5. 연구결과

### 5.1 DEA 분석 결과

부문별 성과의 대학별 상대적 효율성은 표4와 같다.

[표 4] DEA 결과(2020~2023, 4년 평균 상대적 효율성)

순위	양적 학술성과		질적 학술성과		기술 성과		경제성과	
	DMU	효율	DMU	효율	DMU	효율	DMU	효율
1	성균관	1	UNIST	1	DGIST	1	한양	1
2	경희	1	포항공대	1	울산	.9691	경희	.8521
3	울산	1	KAIST	.8181	KAIST	.8962	이주	.8413
4	중앙	1	서울	.7502	고려	.8288	KAIST	.6573

5	간국	.9699	DGIST	.7132	포항공대	.8075	DGIST	.5905
6	고려	.9361	연세	.5931	연세	.7916	포항공대	.5616
7	한양	.9179	GIST	.5535	UNIST	.7463	울산	.4713
8	서울	.8858	울산	.5008	한양	.7381	연세	.4469
9	연세	.8674	성균관	.4933	서울	.6649	서울	.4035
10	포항공대	.8287	한양	.4413	경희	.6609	고려	.3773
11	UNIST	.8228	이화	.4283	이주	.6123	GIST	.3455
12	KAIST	.8021	고려	.4189	성균관	.5482	간국	.3417
13	이화	.7319	경희	.3659	GIST	.5090	성균관	.3084
14	GIST	.7209	중앙	.3407	간국	.4909	중앙	.2539
15	이주	.6924	이주	.3195	이화	.4135	이화	.2500
16	DGIST	.6115	간국	.2405	중앙	.3731	UNIST	.1849

5.2 상대적 효율성과 과기원 여부의 상관관계

상대적 효율성을 종속변수로, 전임교원 수, 연구비, 과기원 여부를 독립변수로 한 다중회귀분석 결과는 표5와 같다.

[표 5] 부문별 상대적 효율성과 과학기술원 여부의 상관관계

종속변수	양적 학술성과 효율성	질적 학술성과 효율성	기술 성과 효율성	경제성과 효율성
과기기술원 여부 (과학기술원=1 일반대학=0)	-0.1047** (0.0349)	0.1538* (0.06917)	0.1483* (0.06486)	0.1546 (0.1054)
전임교원 수	3.673E-4* (1.510E-4)	-9.050E-4** (2.962E-4)	1.132E-4 (2.809E-4)	9.338E-4* (4.563E-4)
연구비 (천원)	-2.703E-10 (2.054E-10)	1.8314E-9** (4.039E-10)	9.838E-11 (3.820E-10)	-1.142E-9 (6.206E-10)

주 1. 괄호 안은 표준 편차.

2. \*\* p<0.01, \* p<0.05

**양적 학술성과의 상대적 효율성은 과기원 여부와 음의 상관관계**, 전임교원 수와는 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 즉 대규모 일반대학일수록 양적 학술 성과 창출의 효율성은 커지는 것으로 나타났다. **질적 학술성과의 상대적 효율성은 과기원 여부와 양의 상관관계**를 가진다. 과기원이 질적으로 우수한 성과를 더욱 효율적으로 창출한다고 해석할 수 있다. 양적/질적 학술성과 효율성 분석 결과를 종합적으로 검토하면 과학기술원이 일반대학보다 학술성과 측면에서 양 중심으로부터 질 중심으로 전환하는 것에 앞서 있다고 해석할 수 있다.

**기술 성과의 상대적 효율성은 과학기술원 여부와 양의 상관관계**가 나타난다. 과학기술원이 특히 생산 측면에서 일반대학보다 효율적이라고 해석할 수 있다.

**경제성과의 상대적 효율성은 전임교원의 수와 양의 상관관계**를 가지는 것으로 나타났고, **과학기술원 여부와는 상관관계가 없는** 것으로 나타났다. 경제성과 창출 측면의 효율성은 과기원 여부와 무관하게 전임교원 수로 나타나는 네트워크의 크기가 클수록 유리하다고 해석할 수 있다.

6. 결론

본 연구는 과학기술원과 일반대학 간에 적용 규제, 소관 부처 등의 차이로 인하여 어떤 성과의 차이가 발생하는지

분석하고, 그 결과로부터 향후 과학기술원 지원 정책은 어느 부문에 더욱 집중하여야 하는지 제시하고자 하였다.

연구 결과 과학기술원은 일반대학보다 질적으로 우수한 학술 성과 창출, 지식재산권 창출에 더 효율적이지만, 경제성과 창출 측면의 효율성은 일반대학과 차이가 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 앞으로의 과학기술원 지원 정책은 경제성과 제고를 위한 방향에 집중하는 것이 바람직하다는 시사점을 얻을 수 있다.

관련 정책으로서 정부는 과학기술원이 기술사업화 및 창업 역량을 제고할 수 있도록 관련 조직의 확장 및 신설, 우수 인력 채용 등을 촉진하기 위한 지원을 추진할 수 있을 것이다. 또한, 과학기술원이 소재 지역 기업들과 활발히 산학협력을 할 수 있도록 플랫폼을 구축하고 산학협력 활동을 교원 평가에 반영토록 하는 등 제도 개선을 검토할 수 있다. 과학기술원의 경제성과 창출 역량 제고 관련 구체적 방안은 후속 연구를 통해 더 깊이 탐구할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

[1] 박기범, “과학기술특성화대학 활성화 및 육성방안 연구”, 과학기술정책연구원, 3월, 2014년

[2] 카이스트 50년사, KAIST, 2021년, <https://archives.kaist.ac.kr/50th/PDF/KAIST%2050%EB%85%84%EC%82%AC%20%ED%86%B5%EC%82%AC.pdf>

[3] 김성훈, 이호섭, “자료포락분석(DEA) 모형에 따른 대학의 효율성과 대학평가결과 비교”, 교육평가연구, 제21권, 제1호, pp. 1-26, 2008년

[4] R. D. Banker, A. Charnes, & W. W. Cooper. “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”. Management Science, Vol. 30, No. 9, pp 1078-1092, 1984

[5] 신현대, “자료포락분석을 통한 대학의 상대적 효율성 평가 연구”, 교육평가연구, 제19권, 제3호, pp. 45-63, 2006년

[6] 배재호, “자료포락분석을 이용한 지방 사립 전문대학교 학과의 효율성 비교 및 성과 달성 목표수준 정의”, 대한산업공학회지, 제39권, 제4호, pp. 298-312, 8월, 2013년

[7] 이상규, 정우열, “자료포락분석을 활용한 대학 운영의 효율성 평가: 대학평가정책의 효과성 진단을 중심으로”, 제27권, 제4호, pp. 1265-1285, 겨울, 2015년

[8] 대학정보공시, 한국대학교육협의회, 2023년, <https://www.academyinfo.go.kr/intro/intro0320/intro.do>

[9] 박문수, 정우성, 김태영, 김은영, “대학의 기업가적 역할 확대와 국내 연구중심대학의 경향: POSTECH 사례를 중심으로”, 창조와 혁신, 제6권, 제2호, pp. 81-110, 5월, 2013년