

# DEA 모형을 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 분석에 관한 연구

현만석\*<sup>†</sup> · 유왕진\*\*

\*한국기술거래소

\*\*건국대학교 일반대학원 벤처전문기술학과

## A Study on the Technology Transfer Efficiency for Public Institutes Using DEA Model

Mansok Hyon\*<sup>†</sup> · Wangjin Yoo\*\*

\*Korea Technology Transfer Center(KTTC)

\*\*Dept. of Venture Technology & Management Graduate School of Konkuk University

This study measured technology transfer efficiency for public institutes. The study made use of DEA being one of the non-parametric linear programming to evaluate technology transfer efficiency for public institutes and to measure technology efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency. The measurement of the technology transfer efficiency for public institutes was as follows : The cause of the technology transfer inefficiency was affected by pure technical inefficiency more than by scale inefficiency.

Public institutes' RTS(Return To Scale) value varied depending upon the features of the organizations than the features of the regions. Public research institutes' RTS value is more effective than universities' RTS value. We compared the RTS group with the RTS of Projected DMU groups. The RTS group had constant returns to scale effect while the RTS of the Projected DMU had increasing returns to scale effect.

The technology transfer efficiency of public institutes varied depending upon the features of the organizations and regions : The technology transfer efficiency of public institutes were as follows : public research institutes at the metropolitan area, public research institutes at the local areas, universities at the metropolitan area and universities at the local areas. In other words, the technology transfer efficiency was affected by organizational characteristics more than by regional characteristics at the place where public institutes were located.

**Keywords** : Public Institutes, Technology Transfer, Efficiency, Improvement Strategy, DEA

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

2006년 한국기술거래소 기술이전·사업화 백서에 따

르면 2005년 기준으로 우리나라 대학 및 연구소는 정부 연구개발예산의 72.8%인 5조 6,762억 원을 연구개발투자비로 사용하고 있으나, 특허출원 점유율은 4.1%에 불과하다. 우리나라 공공연구소의 기술이전율은 30%이고 대학의 기술이전율은 9.3%이다. 이는 미국 대학의 기술

이전율 27.2%, 미국 연구소의 기술이전율 37.5% 것과 비교했을 때 낮은 수치이다. 해외 주요국가 공공연구기관의 기술이전율과 비교해 보았을 때 미국의 기술이전율은 28.3%, 캐나다의 기술이전율은 41.6%, 일본의 기술이전율은 13.4%로 조사되고 있다. 우리나라 공공연구기관의 기술이전율이 20.7%로써 미국, 캐나다 보다는 낮은 수준이나 일본보다는 높은 수준이다[2].

기술이전의 성과향상을 위한 연구의 중요성은 제기되지만 그간의 연구를 보면 정성적인 연구가 주를 이루었고, 정량적 연구는 미흡한 실정이었다. Siegel(2000)은 98개 기업의 연구자와 5개 대학 연구소의 관리자와의 55회에 걸친 인터뷰에 통하여 대학기술이전센터의 상대적 생산성에 대한 연구에 따르면 대학의 기술이전 활동은 규모수확 일정(constant returns to scale)한 특성을 가지는 것으로 나타난다고 하였다. 기술이전성과에 차이를 나타내게 하는 주요요인은 환경적 요인과 기관 내부요인이 있었다. 환경적 요인은 대학과 기업과의 문화적 장벽이 주요요인이었고, 기관 내부요인은 연구원 보상시스템, 기술이전전담인력 보상시스템인 것으로 나타났다[5]. Santoro(2002) 등은 기술이전의 성공에 영향을 미치는 요인으로 다음 두 가지를 강조하였다. 첫 번째 기술이전성과는 기술이전과 관련된 특정 지식이나 기술에 관해 정확히 이해하고 해석하여, 평가·흡수하는 기업의 능력에 의존한다고 본다. 두 번째 기술이전은 대학의 과학자 및 엔지니어와 기업의 연구개발인력간에 긴밀한 개인간 네트워크를 통해 발생한다. 따라서 기관간 자유롭고 유연한 상호교류는 기술이전을 촉진시킨다. 그러므로 기업이 분권화되고, 비공식적이며 유기적인 구조를 가질수록 기술이전 및 협동연구를 더욱 촉진시킴으로써 기술이전에 긍정적인 영향을 미친다[6].

공공연구기관 기술이전 효율성 측정의 주요 쟁점은 투입과 산출이란 측면에서 공공연구기관의 산출이 적절한가 하는데 모아지고 있다. 공공연구기관의 산출이란 이공계의 경우 특허 등 지적재산권의 생산, 기술이전을 통한 성과 그리고 무형의 다양한 기술서비스 등을 말한다. 연구개발의 궁극적 목적은 재화와 서비스의 생산으로 사회경제적으로 기여하는 것이기 때문이다. 선진국의 정부연구소에서와 같이 연구의 성과가 얼마만큼 실용화되느냐 하는 것은 매우 중요한 질문임에 틀림없다. 연구개발의 결과물이 효율적으로 이전되고 있는지에 대하여 객관적으로 평가할 수 있는 방법의 제시가 필요하다.

본 연구의 목적은 공공연구기관의 기술이전현황을 고찰하고 평가 가능한 공공연구기관을 선정하여 상대적 기술이전 효율성을 측정하는 것이다. 본 연구에서는 공공연구기관을 크게 대학과 공공연구소로 구분하고 있다. 대학은 국·공립대학과 사립대학으로 구성되어 있고, 공공연

구소는 국·공립 시험연구기관, 과학기술분야 정부출연 연구기관, 특정연구기관, 전문생산기술연구소, 비영리법인 및 단체로 구성되어 있다. 본 연구의 연구대상은 기술이전 실적이 있는 공공연구기관으로 매우 유사한 투입요소를 이용하여 유사한 산출요소 및 결과를 생산하는 동질적인 활동을 수행하고 있으며, 전국에 걸쳐 고루분포하고 있으므로 DEA모형을 이용한 상대적 효율성을 측정하고 분석하는 것이 용이하다.

## 1.2 연구의 방법

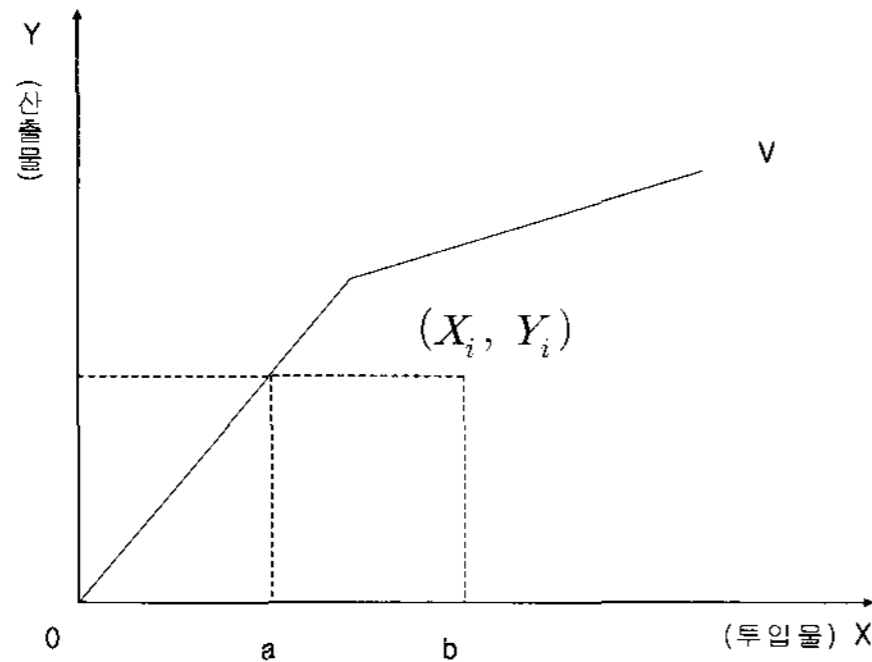
국가기관이나 공공의 독점기업 등의 효율성이 저조하다는 이야기를 흔히 접하게 된다. 이는 그러한 기관들이 적절한 비교와 경쟁의 대상이 없기 때문에 방만한 경영을 하여도 상대적인 비효율성을 찾아내기 어렵기 때문이다. 따라서 본 연구는 기술을 이전한다는 측면에서는 동질적인 업무를 수행하는 공공연구기관의 기술이전 효율성을 비모수적 접근방법인 DEA 모형을 이용하여 측정하고 분석하여 제시하고자 한다.

DEA 모형은 Charnes, Cooper and Rhodes(CCR, 1978)가 Farrell의 효율성을 새로이 해석하고 이를 다수 투입물과 다수 산출물과의 비율모형(CCR ratio)으로 연장하여 비선형계획모형으로 나타내었다. 이를 DEA 모형이라고 하며, 비영리 프로그램의 상대적 효율성을 평가하기 위하여 개발되었다[3]. BCC 모형은 Banker, Charnes and Cooper(1984)가 제시한 모형으로 이 모형은 CCR 모형에서 가정하는 규모의 수익불변성을 완화하여 규모에 대한 보수가변(VRS : Variable Returns to Scale)이라는 가정을 적용한 것이다[7]. 규모의 효과를 통제함으로써 기술효율성에서 규모의 효율성을 분리하여 측정할 수 있다는 장점이 있다.

### 1.2.1 CCR 모형

CCR 모형은 규모에 대한 보수불변(CRS : Constant Returns to Scale)이라는 가정하에 기술효율성을 측정하는 모형이다. CCR 모형은 규모효율성과 순수기술효율성으로 구분하지 못하는 단점을 가지고 있다. DEA 모형에 의한 효율성 측정에서 기술효율성은 하나의 투입물을 이용하여 하나의 산출물을 생산하는 의사결정체  $i$ 가 있다고 할 때 이 의사결정체는 투입물  $X$ 를 이용해 산출물  $Y$ 를 생산해 낸다. <그림 1>에서 보면 이 의사결정체는 현재 좌표  $X_i, Y_i$ 에서 운영되고 있으나 현재의 기술수준에서 더 나은 기술수준을 이용한다면 CRS frontiers 상으로 이동할 수 있을 것이다. 여기서  $V$ 는 투입 대비 산출의 효율성이 가장 우수한 의사결정체들의 집합이다. 현재 이 의사결정체는 최고 수준의 기술을 이용하지 못하고 있기 때문에 상대적으로  $O_a/O_b$ 만큼의 비효율성을 나타내고

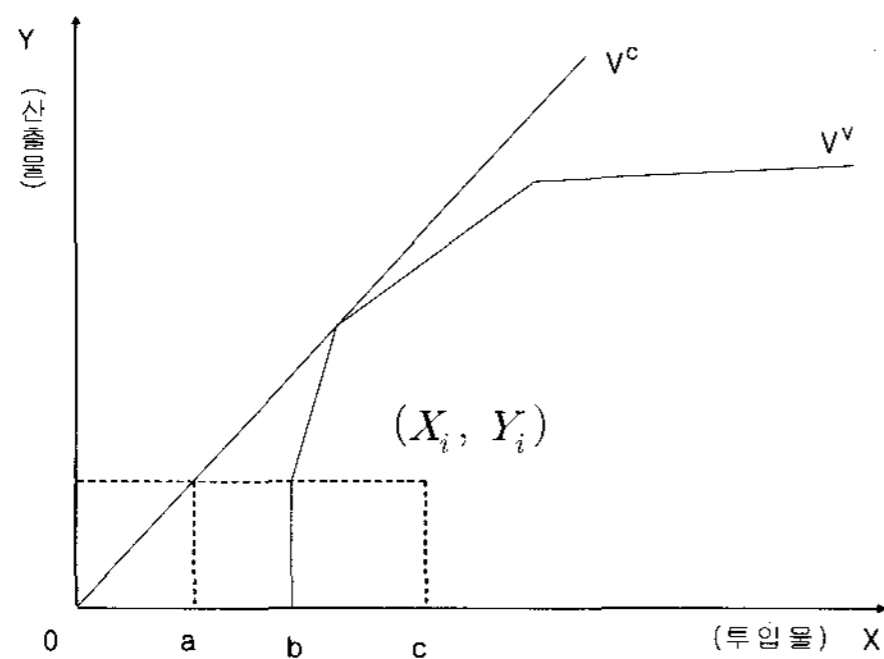
있는 것이다.



<그림 1> 기술효율성

1.2.2 BCC 모형

BCC 모형은 CCR 모형에서 가정하는 규모의 수익불변성을 완화하여 규모에 대한 보수가변(VRS : Variable Returns to Scale)이라는 가정을 적용한 것이다. BCC 모형과 CCR 모형을 비교한 <그림 2>를 보면  $V^c$ 를 규모에 의해 산출이 달라지지 않는 최적의 프론티어의 집합(CRS frontiers : Constant Returns to Scale frontiers)이라 하고,  $V^v$ 를 규모에 따라 산출이 달라지는 최적 프론티어의 집합(VRS frontiers : Variable Returns to Scale frontiers)이라고 한다. 한 의사결정체가 현재좌표  $X_i, Y_i$ 에서 생산을 하고 있다면 이 의사결정체는 최적 기술을 도입하여  $V^c$ 상의 점으로 이동하여 효율적이게 될 수 있다( $O_b/O_c$ ). 그러나 여전히 최적 규모를 도입하지 않아 더 효율적일 수 있는 여지가 있다( $O_a/O_b$ ). 그러므로 기술효율성은 순수하게 기술적으로 비효율적인 것과 최적규모에 도달하지 못하여 발생하는 규모비효율로 나눌 수 있다. 규모의 효율성은 산출수준이 최적조업규모로부터 이탈되어 있기 때문에 발생한 생산 가능 집합내에서 달성 가능한 최적의 생산수준과 비교하여 특정단위의 효율성을 평가하는 방법이다.



<그림 2> 순수기술효율성과 규모효율성

2. 실증분석 방법

2.1 실증분석의 절차

본 연구는 DEA 모형을 통해 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성을 측정하고자 한다. 그리고 공공연구기관을 기관특성에 따라 대학과 연구소로 구분하고, 위치한 지역특성에 따라 수도권과 지역으로 구분하여 공공연구기관의 특성에 따른 효율성 차이가 있는지를 분석하고자 한다.

본 연구는 아래의 절차와 방법으로 진행한다. 첫째, 분석대상 기관은 2006년 12월 현재 기술이전 실적을 보유하고 있는 공공연구기관을 의사결정단위(DMU : Decision Making Units)로 선정하여 2006년 시점에서 공공연구기관의 기술이전 효율성을 측정하고 분석한다. 의사결정단위 선정은 2007년 한국기술거래소에서 조사한 공공연구기관 기술이전현황 조사에 응답한 기관 중에서 본 연구의 투입변수와 산출변수의 값에 모두 응답한 기관을 그 대상으로 하였다. 둘째, 투입변수와 산출변수는 기술이전 효율성 측정과 관련되는 변수를 선정하였다[2]. 투입변수와 산출변수 선정을 위해서는 2007년 지식경제부에서 발간한 기술사업화 지표 산출보고서에서 나타난 자료를 참조하였다[3]. 그리고 분석의 정확성을 높이기 위해 투입요소와 산출요소의 값이 일반적으로 알려진 값과 매우 차이가 나는 기관은 본 연구의 분석대상에서 제외하였다. 투입변수는 투입된 연구개발인력, 연구개발비, 기술이전 전담인력, 총보유기술건수를 선정한다. 산출변수는 신규보유기술건수, 특허출원건수, 특허등록건수, 기술이전건수, 기술이전수입료를 선정한다. 셋째, 공공연구기관의 기관특성에 따라 대학과 연구소로 구분하여 효율성 차이를 분석하고, 공공연구기관이 위치한 지역특성에 따라 수도권과 지역으로 구분하여 효율성 차이가 있는지를 분석한다.

2.2 투입 · 산출 변수의 선정

공공연구기관의 기술이전 효율성 측정에 필요한 적절한 투입요소와 산출요소를 선정하는 것은 어려운 문제이다. 특히, 공공연구기관의 기술이전 효율성에 대한 정의가 다양하게 제시될 수 있으며, 투입요소와 산출요소들 또한 다양한 형태로 나타날 수 있기 때문에 정의한 산출물을 계량적 지표로 구체화하는데 어려움이 있다. 그리고 다양한 측정방법으로 투입요소와 산출요소를 계량화하여 산출물을 정의하고자 하는 경우 해당되는 자료의 획득이 어려운 경우가 존재하기도 한다.

DEA 모형의 특징 중의 하나는 투입과 산출을 대표하

〈표 1〉 분석대상 공공연구기관 투입·산출요소 통계량

(단위 : 연구개발비 억 원, 기술이전 수입료 백만원)

구 분	투입요소				산출요소				
	연구 개발인력	연구 개발비	기술이전 전담인력	총보유 기술건수	신규 보유기술	특허 출원건수	특허 등록건수	기술 이전건수	기술이전 수입료
합계	50,370	33,690.3	446	29,375	7,043	6,422	4,629	1,240	26,737.3
평균	826	552.2	7	481	115	105	76	20	438.3
최대값	6,602	3,200.0	39	2,692	1,026	544	433	108	3,395.0
최소값	8	9.0	1	13	2	1	1	1	0.2
표준편차	1,313	628.2	6	620	164	125	98	22	754.2

는 변수의 선택과 평가 대상의 선정에 따라 그 결과가 민감하게 반응한다는 것이다. 의사결정단위들의 효율성을 적절히 차별화시키기 위해서는 의사결정단위의 수에 의해 투입변수와 산출변수의 수를 제한하는 것이 필요하다. 여기서 투입변수와 산출변수는 우선 직·간접적인 인과 관계를 갖고 있어야 하며, 의사결정단위의 활동과 관련된 요소들을 포함하여야 한다는 것이다. 투입변수와 산출변수는 모든 투입과 산출을 나타낼 수 없을 지라도 대표성을 띤 변수를 선정해야 하며 관리가 가능하고 효율성 평가의 목적에도 부합하는 변수를 선정하는 것이 유리하다. 또한, 평가대상 의사결정단위의 수에 비해 투입변수와 산출변수의 수가 과도하게 많으면 효율적인 의사결정단위를 구별하는 능력이 떨어질 수가 있다. DEA 모형에서는 투입변수와 산출변수의 수가 증가하게 되면 효율적으로 평가되는 의사결정단위의 수가 증가하는 특징을 갖고 있어 비효율적인 단위들의 판별이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 즉, 의사결정단위의 수에 의해 투입요소와 산출요소의 수를 제한하는 것은 의사결정단위들의 효율성을 적절히 차별화시키기 위해서 필요하게 된다.

투입변수와 산출변수를 선정하기 위해 2007년 지식경제부에서 발간한 기술사업화 지표 산출보고서 자료를 참조하였다[3]. DEA를 통한 효율성분석 특성상 정량자료를 사용하여야 함으로 투입변수와 산출변수는 기술사업화 지표 통계량을 참조하여 정량화 가능한 자료를 중심으로 선정하였다.

DEA 모형을 통하여 효율성을 측정하고 평가하기 위해서는 적절한 의사결정단위 수, 투입요소와 산출요소의 수의 관계를 검증한 다음 연구내용을 만족하여야 한다. Banker(1984)는 의사결정단위의 수는 최소한 투입요소와 산출요소 수의 총합보다 3배 이상이 되어야 한다는 연구결과를 제시하였다[8].

본 연구에 사용되어지는 투입변수와 산출변수는 2007년 지식경제부에서 발간한 기술사업화 지표 산출 보고서

에서 산출한 기술사업화 지표 중 지표로서 중요성이 높게 평가되어 지면서 기술이전 효율성 분석을 위해 필요하다고 판단되어지는 변수를 중심으로 투입변수 4개와 산출변수 5개를 선정하였다. 투입변수는 연구개발인력, 연구개발비, 기술이전전담인력, 총보유기술건수를 선정하였다. 산출변수는 신규보유기술건수, 특허출원건수, 특허등록건수, 기술이전건수, 기술이전수입료를 선정하였다.

본 연구의 분석대상기관은 기관특성으로 구분하면 대학 33개 기관, 공공연구소 29개로 구분되고, 지역특성으로 구분하면 수도권에 위치한 기관이 20개, 지역에 위치한 기관이 42개 이다. <표 1>은 본 연구에서 분석할 62개 공공연구기관의 투입·산출변수의 통계치를 나타내고 있다. 투입요소의 평균값은 연구개발인력 826명, 사용된 연구개발비 552.2억 원, 기술이전전담인력 7명, 총보유기술건수 481건으로 나타나고 있다. 산출요소의 평균값은 신규보유기술건수 115건, 특허출원건수 105건, 특허등록건수 76건, 기술이전건수 20건, 기술료수입금액 438.3백만원으로 나타나고 있다.

### 3. 기술이전 효율성 분석 결과

#### 3.1 기술이전 효율성 측정결과

<표 2>는 DEA 모형을 이용하여 공공연구기관의 기술이전 효율성을 측정한 결과를 나타내고 있다. CCR 모형으로 측정한 기술효율성 평균값은 0.824, BCC 모형으로 측정한 순수기술효율성 평균값은 0.864, 기술효율성을 순수기술효율성으로 나눈 규모효율성 평균값은 0.954로 측정되었다.

순수기술효율성 측정치가 규모효율성 측정치보다 낮게 측정되었는데, 이는 기술이전 효율성이 적정규모에 미치지 못하거나 초과하여 발생하는 규모의 비효율성보다

〈표 2〉 공공연구기관의 기술이전 효율성 측정치

DMU	효율성	기술 효율성	규모 효율성	순수 기술효율성	RTS	RTS of Projected DMU
RR01		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR02		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR03		0.482	0.881	0.547		Increasing
RR04		0.831	0.831	1.000	Increasing	
RR05		0.684	0.916	0.747		Increasing
RR06		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR07		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR08		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR09		0.725	1.000	0.725		Increasing
RR10		0.819	0.977	0.838		Increasing
RR11		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR12		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR13		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR14		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR15		0.847	0.997	0.849		Constant
RR16		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR17		0.705	0.914	0.771		Decreasing
RR18		1.000	1.000	1.000	Constant	
RR19		0.766	0.881	0.870		Constant
RS01		0.432	0.432	1.000	Increasing	
RS02		0.492	0.925	0.532	Constant	
RS03		0.901	0.901	1.000	Constant	
RS04		0.547	0.972	0.562	Constant	
RS05		1.000	1.000	1.000	Constant	
RS06		0.968	0.999	0.969		Increasing
RS07		0.826	0.978	0.844	Constant	
RS08		0.567	0.985	0.575		Constant
RS09		0.703	0.871	0.807		Decreasing
RS10		0.758	0.998	0.759	Decreasing	
UR01		1.000	1.000	1.000	Increasing	
UR02		0.882	0.993	0.888		Constant
UR03		0.474	0.999	0.474	Increasing	
UR04		1.000	1.000	1.000		Constant
UR05		1.000	1.000	1.000	Constant	
UR06		0.682	0.988	0.691		Constant
UR07		0.614	0.989	0.621		Increasing
UR08		0.728	0.987	0.737		Increasing
UR09		0.290	0.995	0.292		Increasing
UR10		1.000	1.000	1.000		Constant
UR11		0.679	0.935	0.726	Constant	
UR12		0.917	0.917	1.000		Decreasing
UR13		1.000	1.000	1.000		Constant
UR14		0.908	0.908	1.000	Constant	



〈표 2〉 공공연구기관의 기술이전 효율성 측정치(계속)

DMU	효율성	기술 효율성	규모 효율성	순수 기술효율성	RTS	RTS of Projected DMU
UR15		1.000	1.000	1.000	Constant	
UR16		1.000	1.000	1.000		Increasing
UR17		1.000	1.000	1.000		Increasing
UR18		1.000	1.000	1.000		Constant
UR19		0.862	0.870	0.990		Increasing
UR20		1.000	1.000	1.000	Constant	
UR21		0.841	0.940	0.895		Constant
UR22		0.412	0.999	0.412	Decreasing	
UR23		0.971	0.971	1.000	Constant	
US01		0.678	0.678	1.000	Increasing	
US02		0.324	0.758	0.428		Increasing
US03		0.855	0.914	0.935		Increasing
US04		0.751	0.989	0.759		Increasing
US05		0.952	0.952	1.000	Decreasing	
US06		0.759	0.946	0.802		Decreasing
US07		0.990	0.998	0.992		Increasing
US08		0.571	0.995	0.574		Decreasing
US09		0.922	0.978	0.943		Decreasing
US10		1.000	1.000	1.000	Constant	
평균값		0.824	0.954	0.864		
최대값		1.000	1.000	1.000		
최소값		0.290	0.432	0.292		
표준편차		0.200	0.092	0.189		
효율적 DMU 개수		23	24	31		
비효율적 DMU 개수		39	38	31		
전체 DMU 개수		62	62	62		

주) \* US : 수도권 대학, UR : 지역 대학, RS : 수도권 연구소, RR : 지역 연구소.

\* RR09의 규모효율성은 반올림 하여 '1'인 것으로 보임. 실제값은 0.999796(0.725287/0.725435) 임.

는 가장 효율적인 기관들에 비하여 기술이전성과 산출에 있어서 단순히 기술적으로 열등하여 기인되는 순수기술 비효율성이 비효율성의 원인이 되고 있음을 실증하는 것이다.

〈표 3〉은 BCC 모형에 의해 규모수확(RTS : Return To Scale)을 공공연구기관의 기관특성에 따라 대학과 연구소로 구분하고, 공공연구기관이 위치한 지역특성에 따라 수도권과 지역으로 구분하여 분석하였다. 규모수확에 따라 정리해 보면 규모수확을 나타내는 기관이 31개이고 규모수확을 나타내지 못하는 기관이 31개이며, 규모수확을 나타내는 기관 중 대학이 12개, 연구소가 19개가 있다. 규모수확을 나타내지 못하는 기관 중에는 대학 21개, 연구소 10개가 있다. 공공연구기관 특성에 따른 규모수확을 측정할 때  $\chi^2$ 값이 5.25로 통계적으로 유의하게 나타나 연구소가 대학보다 더 규모수확을 가지고 있음을 알 수 있지만, 지역특성에 따른 차이는 유의하게 나타나지 않

고 있다.

투입요소량을 K배 늘일 때에 산출량이 K배 보다 더 많이 증가하면 규모수확 증가(IRS : Increasing Return to Scale)이라 하고, 투입요소량을 K배 늘일 때에 산출량이 K배 증가하면 규모수확 일정(CRS : Constant Return to Scale)이라 하고, 투입요소량을 K배 늘일 때에 산출량이 K배 보다 적게 증가하면 규모수확 감소(DRS : Decreasing Return to Scale)이라 한다. 〈표 4〉는 규모수확에 따른 수익효과를 비교하고 있는데, 규모수확 일정을 나타내는 기관이 33개로 가장 많고, 규모수확 증가를 보이는 기관이 20개, 규모수확 감소를 보이는 기관이 9개로 나타났다.

규모수확을 나타내는 기관 중에는 규모수확 일정인 기관이 69.7%로 가장 많고, 규모수확을 나타내지 못하는 기관 중에는 규모수확 증가를 나타내는 기관이 75%로 가장 많다. 이는  $\chi^2$ 값이 11.12로 통계적으로도 유의미한 것으로 나타났다.

〈표 3〉 공공연구기관의 특성에 따른 규모수확

(단위 : 개)

구 분		RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)	합계(%)	$\chi^2(df)$	p
기관	대학	12(36.36)	21(63.64)	33(53.23)	5.25* (1)	0.0220
	연구소	19(65.52)	10(34.48)	29(46.77)		
지역	수도권	10(50.00)	10(50.00)	20(32.26)	0.00 (1)	1.0000
	지역	21(50.00)	21(50.00)	42(67.74)		
합계		31(50.00)	31(50.00)	62(100.00)	-	-

주) \* p <.05.

〈표 4〉 규모수확에 따른 수익효과

(단위 : 개)

구 분	RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)	합계(%)	$\chi^2(df)$	p
규모수확 증가	5(25.00)	15(75.00)	20( 32.26)	11.12**(2)	0.0038
규모수확 일정	23(69.70)	10(30.30)	33( 53.23)		
규모수확 감소	3(33.33)	6(66.67)	9( 14.52)		
합계	31(50.00)	31(50.00)	62(100.00)	-	-

주) \*\* p <.01.

〈표 5〉 공공연구기관의 기관특성별 규모수확에 따른 수익효과 비교

(단위 : 개)

구 분	대학		연구소		합계	$\chi^2(df)$	p
	RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)	RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)			
규모수확 증가	3(15.00)	10(50.00)	2(10.00)	5(25.00)	20(32.26)	3.31(2)	0.1908
규모수확 일정	7(21.21)	7(21.21)	16(48.48)	3(9.09)	33(53.23)		
규모수확 감소	2(22.22)	4(44.44)	1(11.11)	2(22.22)	9(14.52)		
합계	12(19.35)	21(33.87)	19(30.65)	10(16.13)	62(100.00)	-	-

주) \* p <.05.

〈표 6〉 공공연구기관의 지역특성별 규모수확에 따른 수익효과 비교

(단위 : 개, %)

구 분	수도권		지역		합계 (%)	$\chi^2(df)$	p
	RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)	RTS(%)	RTS of Projected DMU(%)			
규모수확 증가	2(10.00)	5(25.00)	3(15.00)	10(50.00)	20(32.26)	6.79*(2)	0.0336
규모수확 일정	6(18.18)	1(3.03)	17(51.52)	9(27.27)	33(53.23)		
규모수확 감소	2(22.22)	4(44.44)	1(11.11)	2(22.22)	9(14.52)		
합계	10(16.13)	10(16.13)	21(33.87)	21(33.87)	62(100.00)	-	-

주) \* p <.05.

<표 5>에서 공공연구기관의 기관특성별 규모수확에 따른 수익효과를 비교해 보면 대학은 규모수확 증가를 보이는 기관이 13개, 규모수확 일정인 기관이 14개, 규모수확 감소를 나타내고 있는 기관이 6개로 나타나고 있다. 연구소에서는 규모수확 증가를 보이는 기관이 7개, 규모수확 일정인 기관이 19개, 규모수확 감소를 나타내고 있는 기관이 3개로 나타나고 있다. 전체적으로 대학과 연구소에서의 규모수확에 따른 수익효과는 큰 차이가 없는 것으로 나타난다.

<표 6>에서 공공연구기관의 지역특성별 규모수확에 따른 수익효과를 살펴보면 수도권에 위치한 기관은 규모수확 감소가 우세하게 나타나며, 지역에 위치한 기관은 규모수확 증가와 규모수확 일정이 우세하게 나타난다. 이는  $\chi^2$  값이 6.79로 통계적으로도 유의하게 나타남을 볼 수 있다.

### 3.2 공공연구기관의 특성에 따른 기술이전 효율성 차이 분석

<표 7>은 공공연구기관 특성에 따른 효율성 평균을 나타내고, <표 8>은 공공연구기관 특성에 따른 기술효율성, 규모효율성, 순수기술효율성에 대한 변량분석표이다. 기술효율성은 수도권 연구소 0.899, 지역 연구소 0.887, 수도권 대학 0.780, 지역 대학 0.759순으로 나타난다. 기술효율성

<표 7> 공공연구기관 특성별 효율성 평균

구 분		기술 효율성	규모 효율성	순수기술 효율성	
대학	수도권	평균	0.780	0.921	0.843
		표준편차	0.214	0.112	0.202
	지역	평균	0.759	0.951	0.803
		표준편차	0.219	0.119	0.213
	소 계	평균	0.765	0.942	0.815
		표준편차	0.214	0.116	0.207
연구소	수도권	평균	0.899	0.969	0.930
		표준편차	0.182	0.047	0.185
	지역	평균	0.887	0.968	0.913
		표준편차	0.154	0.054	0.133
	소 계	평균	0.891	0.968	0.919
		표준편차	0.161	0.051	0.150
전체	수도권	평균	0.840	0.945	0.887
		표준편차	0.203	0.087	0.194
	지역	평균	0.817	0.959	0.853
		표준편차	0.201	0.095	0.187
	합 계	평균	0.824	0.954	0.864
		표준편차	0.200	0.092	0.189

은 공공연구기관이 위치한 지역특성보다는 기관특성이 더 큰 것으로 조사된다. 기술효율성 평균은 연구소 0.891, 대학 0.765로 연구소가 대학보다 높게 나타나며 통계적으로도 유의미한 차이를 보였다. 그리고 수도권 0.840, 지역 0.817로 수도권의 기술효율성이 지역보다 높은 것으로 나타나는데 통계적으로는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한 기관특성별 상호작용 효과도 통계적으로 유의하지 않게 나타난다.

<표 8> 공공연구기관 특성별 효율성 변량분석표

변 량 원		자유도	자승합	평균 자승합	F	p
기술 효율성	기관특성	1	0.207	0.207	5.46*	0.023
	지역특성	1	0.004	0.004	0.10	0.756
	기관특성 × 지역특성	1	0.000	0.000	0.01	0.932
	잔 차	58	2.194	0.038	-	-
	전 체	61	2.443	-	-	-
규모 효율성	기관특성	1	0.015	0.015	1.69	0.199
	지역특성	1	0.003	0.003	0.34	0.563
	기관특성 × 지역특성	1	0.003	0.003	0.36	0.549
	잔 차	58	0.498	0.009	-	-
	전 체	61	0.515	-	-	-
순수 기술 효율성	기관특성	1	0.130	0.130	3.78	0.057
	지역특성	1	0.011	0.011	0.32	0.577
	기관특성 × 지역특성	1	0.002	0.002	0.05	0.819
	잔 차	58	1.991	0.034	-	-
	전 체	61	2.169	-	-	-

주) \* P < .05.

기술효율성은 수도권 연구소 0.899, 지역 연구소 0.887, 수도권 대학 0.780, 지역 대학 0.759순으로 나타난다. 기술효율성은 공공연구기관이 위치한 지역특성보다는 기관특성이 더 큰 것으로 조사된다.

## 4. 결 론

### 4.1 연구의 요약

본 연구는 DEA 모형을 이용하여 국내 공공연구기관의 기술효율성, 순수기술효율성 및 규모효율성을 평가하기 위하여 2007년 지식경제부에서 실시한 공공연구기관 기술이전현황조사에 응답한 기관 중 기술이전경험이 있



는 기관을 대상으로 분석하였다. 투입요소는 연구개발비, 연구개발인력, 기술이전전담인력, 총보유기술건수를 선정하였다. 산출요소는 신규보유기술건수, 특허출원건수, 특허등록건수, 기술이전건수, 기술이전수입료를 선정하였다.

CCR 모형을 통해 기술효율성을 측정된 결과 공공연구기관의 기술효율성 평균값은 약 82.4%을 나타내고 있어 약 17.6%의 비효율성이 있는 것으로 조사된다. BCC 모형을 통해 공공연구기관 기술이전 효율성을 순수기술효율성과 규모효율성으로 구분하여 비효율성의 원인이 주어진 산출 수준하에서 발생하는 순수한 요인인지, 최적규모에서 이탈되어 있기 때문에 발생하는 규모적 요인인지를 분석하였다. BCC 모형을 통해 측정된 순수기술효율성 평균값은 약 86.4%, 기술효율성 값을 순수기술효율성 값으로 나눈 규모효율성은 95.4%로 나타난다. 이는 공공연구기관의 기술이전 비효율성의 원인이 규모와 관련된 비효율보다는 순수한 기술적 비효율에 원인을 두고 있다는 것을 나타내는 것이다. 공공연구기관은 현재수준의 산출에 필요한 투입요소보다 더 많은 양의 투입물의 사용으로 인한 기술적 비효율의 원인이 크게 나타나고 있다.

공공연구기관의 특성에 따라 규모수확을 측정된 결과 연구소가 대학보다 더 규모수확을 가지고 있음을 알 수 있지만, 지역특성에 따른 차이는 유의하게 나타나고 있지 않았다. 규모수확을 나타내는 기관은 규모수확 일정이 우세하게 나타나며, 규모수확을 나타내지 않는 기관은 규모수확 증가와 규모수확 증가가 우세하게 나타났다.

기술효율성은 수도권 연구소 0.899, 지역 연구소 0.887, 수도권 대학 0.780, 지역 대학 0.759순으로 나타난다. 기술효율성은 공공연구기관이 위치한 지역특성보다는 기관 특성이 더 큰 것으로 조사된다.

공공연구기관을 대상으로 기술이전 효율성을 측정된 연구가 아직까지 매우 드문 현실에 비추어볼 때 본 연구는 기존 분석들에서 확장하여 다양한 분석방법으로 다각적으로 종합적인 효율성 분석을 하였다는 것에 의의가 있다.

## 4.2 연구의 한계와 향후연구 방향

DEA를 이용한 공공연구기관 기술이전 효율성 평가는 방법론상의 한계와 실증분석상의 한계점을 가지고 있다. 방법론상의 한계로는 DEA 모형이 유사한 평가대상간의 상대적 효율성 평가방법이어서 절대적 효율성수준을 나타내지 못한다는 것이다. 본 연구는 공공연구기관의 기술이전이라는 특성과 선행연구의 결과를 감안하여 투입변수와 산출변수를 선정하였으나 DEA 모형을 통한 효율성측정의 내재적 특성상 투입요소와 산출요소의 선택에

따라 결과가 달라질 수 있기 때문에 다른 투입요소와 산출요소를 사용하여 분석할 경우 본 연구에서와는 다른 결과가 나타날 가능성을 배재할 수 없다. 본 연구의 결과는 상대적인 효율성 평가이므로 정책결정시 절대적인 자료로 활용될 수는 없지만 정책의 방향성을 제시하고 있으므로 다른 객관적인 자료와 연계하여 분석할 때 분석자료의 객관성을 높여 주리라 사료된다.

실증분석상의 한계로는 신뢰성있는 자료수집의 제약을 들 수 있다. 이로 인하여 연구결과의 일반화가 다소 제한될 수도 있다. 각 공공연구기관들의 자료수집은 광범위하게 이루어 졌지만 수집된 자료의 정확성을 담보하기에는 다소 미흡하였다는 점이다. 그리고 DEA 모형 자체가 갖는 한계인 분석대상의 내재적 비효율성을 밝혀내기가 어렵다는 것이다. 즉, 비효율성의 발생원인에 대한 직접적인 규명을 하지 못한다는 것이다. 비효율적인 공공연구기관의 효율성 향상을 위해서는 DEA 모형에서 다루지 못하는 더 중요한 요소들인 전략, 경영자의 자질, 경영환경 차이 등이 있음을 간과할 수 없다.

본 연구와 관련하여 향후의 연구방향을 제시하면 다음과 같다. 첫 번째 분석의 현실성을 높이기 위하여 투입물과 산출물 이외에 관찰자료 및 측정자료에 존재할 수 있는 상황변수 내지 환경변수를 고려하여 내재적 비효율성 요소를 제거하고 분석할 수 있는 방법론의 개발이 필요하다. 두 번째 공공연구기관 기술이전 효율성뿐만 아니라 기술을 이전받아 사업화하는 당사자의 효율성을 결합한 기술이전 효율성에 관한 연구도 중요한 과제이다. 세 번째 DEA 모형이 상대적 효율성을 표현하고 있으므로 효율성 예측모형을 수립하는 것과 효율성 예측모형에 대한 실증분석도 좋은 연구과제가 될 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 지식경제부, “기술사업화 지표 산출 보고서”, 2007.
- [2] 한국기술거래소, “기술이전·사업화 백서”, 2006.
- [3] 한국기술거래소, “2006년도 공공연구기관 기술이전현황 조사 결과”, 2007.
- [4] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E.; “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, 2(6) : 429-444, 1978.
- [5] Donald S. Siegel, David Waldman, and Albert Link; “Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices : an exploratory study,” *Research Policy*, 32, Issue 1 : 27-48, 2003.

- [6] Michael D. Santoro and Alok K. Chakrabarti; "Firm size and technology centrality in industry-university interactions," *Research Policy*, 31(7) : 1163-1180, 2002
- [7] Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W.; "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30 : 1078-1092, 1984.
- [8] Banker, R. D.; "Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, 17(1) : 35-44, 1984.