

공공연구기관의 기술이전 효율성 분석 및 향상방안에 관한 연구 -동태적 DEA 모형을 중심으로-*

An Analysis and Improvement Plan of the Technology Transfer Efficiency for Public Institute -Focusing on Dynamic DEA Model-

<요약문>

본 연구는 공공연구기관의 기술이전 효율성을 분석하기 위해 효율성 분석기법인 DEA를 활용하였다. 투입 요소로 연구비, 연구인력, TLO 인력, TLO 운영비 네 가지를, 산출요소로 기술이전 계약건수, 기술이전 수입료 두 가지를 선정하여 기술이전 효율성을 산출하였다. 기술이전 효율성에 영향을 미치는 변수로 지역적 위치, 연구기관 유형, 민간부문 연구개발비 비중, 인센티브 제도 등을 고려하여 산출된 효율성을 비교하였다.

본 연구의 분석을 통해 다음의 4가지 시사점을 도출하였다.

첫째, 연구기관 지방이전 시 먼저 인프라를 구축하고 산학연협력이 제대로 이뤄질 수 있는 환경을 조성해야 한다는 것이다.

둘째, 연구기관별로 설립 목적에 맞는 R&D를 수행할 수 있도록 해야 한다.

셋째, 민간수탁 증대가 R&D 효율성(기술이전 효율성)과 직접적으로 연결이 될 거라는 단편적인 생각은 버리고 폭넓은 의견수렴과 심층적 조사가 필요하다.

넷째, 인센티브 제도나 규정을 운영함에 있어 TLO 인력에게 직접적인 동기요인으로 작용할 수 있는 장치를 만들어야 한다.

본 연구의 분석을 통해 정부 연구기관들의 기술이전 효율성에 대한 이해를 높이고, 도출된 시사점을 바탕으로 국가 R&D 체계를 개선하는데 유의미한 정책의 개발이 있을 것으로 기대한다. 또한 공공연구기관의 기술이전에 대한 관심과 논의가 확대되고, 향후 축적될 자료를 활용한 정교한 연구가 활발히 이어지기를 희망한다.

I. 서론

지식기반 사회에서는 과거 전통적 생산요소인 자본과 노동보다 지식이 경제성장에 대한 기여도가 커짐에 따라 지식을 창출, 획득, 전파, 공유, 활용, 축적하여 새로운 부가 가치를 생산하는 연구개발(R&D)에 대한 관심이 확대되고 있다. 이에 따라 세계 각국은 미래 국가경쟁력 확보를 위한 R&D 투자 역시 지속적으로 증가하고 있다.

우리나라는 어려운 재정여건과 글로벌 경제위기에도 불구하고 꾸준하게 R&D 투자를 확대하여 왔다. 이에 2013년 R&D 투자규모가 미국(4,535억 달러), 일본(1,990억 달러), 중국(1,631억 달러), 독일(1,020억 달러), 프랑스(598억 달러)에 이어 한국(542억 달러)으로 세계 6위를 차지하였다. 또한 GDP대비 R&D 투자 비중은

* 본 연구의 일부는 KISTEP의 2015년 Creative KISTEP Fellowship Program과 2014년 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2014S1A5B8061859)을 받아 수행되었음.

한국 4.15%, 이스라엘 3.93%, 핀란드 3.55%, 일본 3.35%로 1위에 해당된다. 2011년부터 2013년까지의 정부 R&D 증가율을 보더라도 한국 7.3%, 프랑스 5.4%, 미국 3.8%, 독일 2.7%, 일본 1.5%로 상대적으로 높은 수준임을 알 수 있다(기획재정부, 2014).

그러나 연구 개발된 기술이 산업으로 이전되고 제품과 생산성의 혁신으로 이어지지 않으면 연구비투자에 한 경제성장 효과는 창출되기 어렵다(Ergas, 1987). 때문에 우리나라는 2000년 기술이전촉진법 제정을 시작으로 2003년 「산업교육진흥 및 산학협력 촉진에 관한 법률」 제정, 2005년 「대덕연구개발특구 육성 촉진법」 제정, 네 차례에 걸친 「기술이전 및 사업화 촉진 계획」 수립 및 시행을 수립하는 등 기술시장 활성화와 기술이전-사업화 기반 확충을 위해 다양한 정책을 추진해오고 있다.

이러한 노력에 힘입어 공공기술의 기술이전 실적은 지속적으로 증가추세이다. 공공연구기관의 기술료 수입액이 2003년 490억 원에서 2012년 1,652억 원으로 3.4배 증가하고, 기술의 이전수도 2004년 1,076건에서 2012년 6,676건으로 6.2배 증가하였다.

그러나 위에서 살펴본 바처럼 우리나라 정부 R&D의 양적 투자규모는 세계적 수준임에도 불구하고 연구성과의 질적 수준 및 경제적 부가가치 측면에서의 비효율성은 매우 높은 편이다. 일례로 특허, 논문 등 양적 지표는 각각 세계 4위, 10위로 성장했지만 산업 발전에 도움이 되는 사업화 성과는 부진하다.

2012년 기준으로 대학 등을 포함한 한국 전체 공공연구기관의 연구생산성(기술이전 수익/연구개발비 지출)은 1.49%로 3.9%인 미국의 3분의 1 수준이다. 또한 기술이전 후 사업화됐을 때 매출액 기준으로 받는 돈인 경상기술료는 미국 10분의 1에 불과하고 대학 및 공공연구소에서 개발된 기술 기반 창업인 공공연구기관 기술창업 수도 저조한 실정이다.

이처럼 R&D투자 증가만으로 생산성 향상이나, 경제 성장을 가져오지는 않는다(Ergas, 1987). 때문에 장기적인 국가 경쟁력 제고를 위해서는 연구개발투자규모의 양적인 확대도 중요하지만, 질적인 측면에서의 효율성 제고도 중요하다(임호순 외, 1999).

한정된 연구개발 재원을 가지고 있는 우리나라 입장에서는 기술의 개발에서부터 사업화에 이르기까지 기술 흐름을 더욱 원활하게 함으로써, 기술적, 경제적 성과까지로 이어질 수 있도록 기술이전사업화 시스템의 효율성을 도모하는 것은 매우 중요하다(민재웅, 2014).

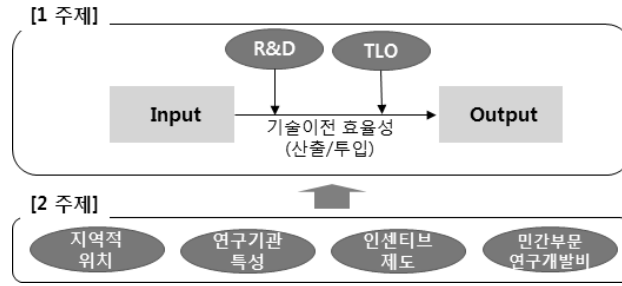
우리나라의 공공연구기관 기술이전과 관련된 연구를 살펴보면 기술이전에 영향을 주는 요인과 기술이전 성과의 상관관계 분석이 대부분인데 이는 평균적인 현상에 대한 해석만이 가능하다. 연구기관별로 처한 환경적 조건은 물론 기술이전 활동의 양상이 다르고 정부 정책의 수용정도에도 차이가 있으므로 기관별로 세분화하여 분석하는 연구가 필요하다.

그럼에도 불구하고 정부 R&D의 주축을 담당하는 공공연구기관을 대상으로 기술이전 효율성의 차이와 그 영향요인을 상세하게 분석한 연구는 없는 실정이다.

본 논문은 이러한 R&D 책무를 담당하는 공공연구기관이 연구인력, 연구비 등의 R&D 리소스를 투입하여 R&D를 수행하고 특히, 기술이전 등의 연구결과물을 산출해내는 과정에서 어떻게 하면 기술이전 효율성을 향상시킬 수 있을 것인가 하는 문제의식에서 출발하였다.

[그림 1]에서와 같이 공공연구기관이 투입요소(Input)를 활용하여 R&D수행과 기술이전 활동을 통한 성과(Output)를 창출하는 전체과정에 대해 DEA(data envelopment analysis)를 활용하여 효율성 분석을 하고자 한다. 또한 효율성에 영향을 미칠 수 있는 외부적 환경요인에 대해서도 알아보도록 한다.

1) 2013년도에 집행된 국가연구개발사업의 총 투자액은 16조 9억 원이며, 연구수행주체별 투자금액은 출연연구소(7.0조원, 41.3%), 대학(4.0조원, 23.5%), 중소기업(2.2조원, 13.0%), 대기업(0.9조원, 5.1%), 국공립연구소(0.8조원, 4.8%), 중견기업(0.7조원, 3.9%) 순임.



[그림 1] 본 논문의 연구주제 구성

본 논문에서는 공공연구기관의 투입과 산출요소들을 활용하여 효율성을 분석하고, 기관간의 격차를 발생시키는 원인을 분석하여, 분석결과와 현실적 여건을 토대로 공공연구기관의 기술이전 효율성을 향상시키기 위한 정책적 대안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 기술이전 효율성의 개념적 이해

1) 효율성

효율성(Efficiency)이란 특정 조직이 제한된 자원 내에서 최대의 산출물을 창출해내는 생산기술을 말한다. 일반적으로 ‘투입과 산출의 비율’이라는 좁은 의미로 자주 사용되는 기술적 효율성은 조직의 내적 운영에 대한 평가로서 생산요소의 가변성과 대체 가능성을 전제로 투입 생산요소의 여러 가지 조합을 통하여 최대의 생산량을 얻는 생산방법을 말한다. 따라서 효율적인 조직이란 이러한 기술적 효율성을 달성한 조직으로 특정 과업을 수행할 때 최소한의 자원투입으로 주어진 목표를 달성하는 조직을 말한다(박만희, 2008).

투입물에 대한 산출물의 비율에 해당하는 효율성의 평가와 관련하여 생산조직이 단일 투입요소를 사용하여 단일 산출물을 생산하는 조직의 효율성 계산은 간단하다. 그러나 대부분의 생산조직은 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출물을 생산한다. 이러한 다수투입, 다수산출의 경우 효율성을 계산하기 위해서는 다수 투입 요소에 가중치를 적용하여 총합한 총괄투입과 다수의 산출물에 가중치를 적용하여 총합한 총괄산출을 계산해야 한다(김도년, 2013).

$$\text{효율성} = \frac{\text{산출물가중합}}{\text{투입물가중합}} = \frac{\sum_{m=1}^M (\text{산출가중치 } u \times \text{산출 } m)}{\sum_{i=1}^I (\text{투입가중치 } v \times \text{투입 } i)} \leq 1$$

효율성의 의미를 명확하게 하기 위해 절대효율성(absolute efficiency)과 상대효율성(relative efficiency)의 개념을 구분해 생각할 필요가 있다. 절대효율성은 관심대상이 되는 경제주체의 투입대비 산출의 비율을 의미한다. 절대효율성은 ‘달리/인원수’와 같이 물리적인 단위나 모종의 비율로서 표현된다. 따라서 결과값에 범위의 제약이 없다. 상대효율성은 생신활동을 하는 경제 주체가 가진 효율성 중에서 최고치와 비교하여 상대적으로 나타내는 값이다. 최고 수준의 효율성을 100% 또는 1로 표준화하였을 때의 상대적 비율로 표시하면, 상대

효율성은 73%이거나 0.73과 같은 수치로 표현된다. 대부분의 경제활동에서는 상대적인 경쟁력이 주요 관심 대상이므로, 상대효율성의 개념이 많이 사용된다(이정동·오동현, 2010).

2) 기술이전 효율성

기술이전 효율성도 일반적인 의미의 효율성과 마찬가지로 투입 대비 산출의 비율로 정의될 수 있다. 기술이전이 R&D(연구개발) 프로세스에서 이뤄지는 활동인 만큼 보다 넓은 범주의 R&D 성과평가 테두리 내에서 정량 분석이 가능한 투입(input), 산출(output), 결과(outcome)의 개념을 먼저 살펴보아야 한다.

‘투입’은 연구개발 활동을 위해 사용되는 요소로 연구비, 연구인력, 연구 장비, 연구시설, 시간, 지식스톡 등이 있다. ‘산출’은 연구개발 활동의 직접적 성과로서 논문과 특허 등 지적재산권을 의미한다. ‘결과’는 연구개발의 파급효과 측면에서의 성과를 의미하는데, 경제적 파급효과가 중요하므로 연구개발의 사업화에 초점을 둔다. 기술료 수입, 특허 로열티 수입, 부가가치 파급효과, 매출액 파급효과 등이 ‘결과’가 될 수 있다. 요약하면, ‘산출’은 연구개발의 직접적 성과로 볼 수 있으며, ‘결과’는 경제적 성과로 볼 수 있다(황석원, 2009).

본 연구에서는 ‘투입’ 이후 R&D와 기술이전 과정을 통해 발생한 연구개발의 성과인 ‘산출’의 비율을 기술이전 효율성으로 측정하고자 한다.

2. DEA 개념

공공부문에 대한 효율성을 측정하는데 있어서 여러 가지 저해요인이 있다. 첫째, 공공부문에는 명백한 공적 산출물의 단위가 없고 민간부문과 달리 명확한 생산함수가 없다는 것이다. 둘째는 공공부문은 다목적적이고 무형적인 기능을 수행함에 따라 다양하고 대립적인 목적의 가중치를 설정하는데 객관적 기준이 없다는 것이다. 셋째로는 한 조직의 업무는 다른 조직과 상호작용관계에 있어 단일 조직의 관점에서만 효율성을 측정하는 것은 무의미하다는 점이다(문춘걸, 1998).

이러한 배경속에서 가치측정이 어려운 다수의 투입/산출물이 존재하는 공공부문의 효율성 측정을 위한 필요성이 대두되었다. Farrell(1957)의 연구를 시작으로 발전되어온 자료포락분석(DEA)은 다수의 투입 산출변수들을 활용하여 비교대상 단위들간의 상대적인 효율성을 측정하는 방식이다(Charnes&Rhodes, 1978).

가로축을 직원 수, 세로축을 매출액이라 할 때, 종업원 수 대비 매출액에 상응하는 각 점과 원점을 연결하는 선의 기울기가 가장 큰 선은 원점으로부터 B를 통하는 선에 의하여 얻어진다. 이 선을 효율변경(efficient frontier)이라고 부른다. 이 변경은 최소한 한 점을 접촉하고 모든 점은 이 선 또는 이 선 아래에 있다. ‘자료포락분석(data envelopment analysis)’이라는 이름은 이 특성으로부터 생겼다. 왜냐하면 수학적 어법으로 변경(frontier)은 이들 점을 ‘포락(envelop)’한다고 하기 때문이다(Cooper et al., 2006).

DEA에서 평가대상이 되는 단위를 의사결정단위(DMU: Decision Making Units)라고 부르며, 각 DMU는 여러 가지 투입요소를 사용하여 다양한 산출물을 생산하는 모든 대상들에게 적용될 수 있다.

DEA가 연구개발활동의 효율성을 측정하기 위한 방법으로 적합한 이유로는 네 가지를 들 수 있다. 첫째, 연구개발활동은 다중 투입과 다중 산출의 특성을 가지므로, DEA의 분석대상으로 적절하다. DEA를 이용하면 다중투입과 다중산출을 복합적으로 고려하여 DMU간 상대적 효율성을 단일 지표로 변환할 수 있다. 둘째, DEA는 병원이나 학교 등 공공조직의 평가를 위해 개발된 효율성 평가방법이기 때문에, 정부 연구개발 수행 기관이 DEA를 적용하기에 적합한 DMU이다. 셋째, DEA는 객관적 방법에 의해 투입, 산출에 대한 가중치를 부여하게 된다. 기존의 비율지표법에 근거한 분석의 지표간 가중치 설정 등에서 전문가의 주관적 의견에 의존해야 한다는 한계에 제약을 받지 않는다. 넷째, DEA 결과를 이용하여 DMU별로 연구 활동의 효율성을 개선

하기 위한 방안과 목표치를 제시할 수 있다. 즉, DEA는 각 DMU에 대하여 비효율성 값뿐만 아니라 효율적인 참조 집합에 대한 벤치마킹 정보까지 제공한다(황석원, 2009).

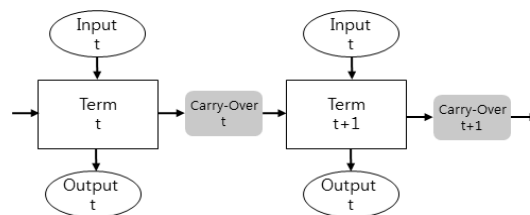
3. 동태적 DEA(DEA Window 모형)

기본 DEA 모형들은 주로 한 시점에서 의사결정단위의 효율성을 측정하여 평가하는데 주안점을 두었다. 즉, 각 DMU가 한번만 관찰되는 자료의 횡단면분석만 가능하고 DMU별로 특정 기간의 효율성 점수를 다른 기간의 효율성과 직접 비교하기에는 무리가 있다는 단점이 있다. 이러한 한계점을 극복하고자 동태적 분석방법인 DEA Window 모형이 제시되었다.

이 모형은 [그림 2]을 보면 t기에 n개의 DMU가 존재한다고 가정한다. t기에 있어 각각의 DMU는 투입요소나 산출요소가 t+1기까지 영향을 미치는 요소(carry-over)가 있을 수 있다. 동태적 DEA가 정태적 DEA와 다른 점은 연속적인 기간 동안의 영향 요소들을 고려한다는 것이다(Kaoru外, 2010).

이 기법은 여러 시점에서 효율성을 측정하여 보다 넓은 시야에서 효율성을 평가할 수 있도록 해준다. 특히 행정활동의 투입 및 산출요소가 시계열자료인

경우 각 시점에서 개별 행정기관을 독립된 활동으로 간주하여 효율성을 측정함으로써 효율성을 보다 종합적이고 장기적인 관점에서 평가하고 효율성의 시계열적변화를 관찰하는데 도움을 준다(유금록, 2003).



[그림 2] 동태적 구조
출처 : Karoru(2010)

4. 선행연구 고찰

Seiford(2001)의 연구에 의하면 DEA 모형에 관한 연구 및 DEA 모형을 이용하여 효율성을 측정한 연구가 800편 이상인 것으로 나타났다. 이후로도 DEA를 활용하여 의료, 교육, 금융서비스, 공공기관, 국방, 제조업 등에서 다양한 주제와 방법론으로 관련된 연구가 지속되고 있다. 그 중에서 DEA를 활용한 R&D 효율성과 관련된 국내외 선행연구들은 요약하면 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> DEA모형을 활용한 기술이전 효율성관련 선행연구

연구자	연구대상	투입변수	산출변수	연구결과
김정호·박성배 (2004)	국가지정 연구실	연구비, 연구인력	특허, 프로그램, 논문, 기술료	대학에 속한 연구실이 효율적 소재/물리/공정분야가 효율적
박상혁 외 (2007)	건설연구 개발사업	투입연구비, 참여연구원 수	지식축적요소(논문 등), 지식전파요소(특허, 신기술 등)	지식축적과 지식축적에 대한 효율성 낮음
남인석 외 (2008)	정부출연 연구기관	연구인력, 연구개발예산	SCI논문 건수, 등록특허 건수, 기술료 수입	한국과학기술(연), 한국전자통신(연), 한 국화학(연)이 효율적

연구자	연구대상	투입변수	산출변수	연구결과
현만석·유왕진 (2008)	공공 연구기관	연구개발인력, 연구개발비, 기술이전전담인력, 총보유기술 건수	신규 보유기술 건수, 특허출원 건수, 특허등록 건수, 기술이전 건수, 기술이전 수입료	규모의 비효율성보다는 순수기술비효율성이 원인 지역특성보다는 기관특성의 영향이 큼
김태희 외 (2009)	원자력연구 개발사업	연구비, 연구원 수	SCI, 기술확산(기술이전, 기술평가, 기술지도)	원자력기술개발사업, 원자력기반확충사업, 방사선기술개발사업 모두 비효율적
곽기호 외 (2010)	정부출연 연구기관	연구인력, 사업 계약고	해외 SCI 논문 게재 수, 등록 특허 수, 기술료 징수액	3년 단위의 중기평가가 합리적 시차고려가 효율성에는 영향을 미치지 않음
김상민 (2010)	지역산업 기술개발 사업	기술개발인력, 정부출연금, 민간부담금, 사업성과기간,	기술선진화, 애로기술개선, 비용절감, 매출액증가율, 고용증가율, 생산성향상	기술개발사업은 0.73의 평균효율성 지님 중점기술개발 그룹이 공통기술개발 그룹보다 효율적
박정희 (2010)	지역산업 기술개발사업	연구개발비, 연구개발기간, 지식보유수	특허, 논문, 매출액, 고용창출	가장 효율성이 높은 지역은 제주, 유형은 대학, 전략산업분야는 생물건강
백철우·정영근 (2011)	국가연구 개발사업	총연구개발비	기술료, SCI 논문건수, 비SCI 논문건수, 국내특허 건수, 해외특허 건수	선도 TLO 사업은 수혜 연구기관의 R&D 효율성을 13.3% 향상(130억원 비용절감 효과)
진경미·윤병운 (2012)	국내 대학교	대학 역량, 산학 협력단 특성, 기술이전 전담부의 특성	기술이전 건수, 기술이전 실적 수입액	국내 대학의 약 20%는 효율적으로 기술이전
이중만 (2012)	인력양성 사업	정부지원금, 참여인원	배출인원, SCI 논문, 특허, 시제품 및 SW개발, 기술이전	특허와 기술이전 높은 상관관계 인력양성사업은 효율적
김도년 (2013)	경제·인문 사회분야 정부출연 연구기관	정규직 연구인력 수, 정규직 행정인력 수, 비정규직 수, 인건비, 연구사업비, 경상운영비, 1인당 사용면적	논문게재 건수, 자체과제 건수, 수탁 및 수시과제 건수, 수탁 및 수시과제 수입액, 국가정책기여도, 고객 만족도	효율성 영향 투입변수 : 비정규직 수, 연구사업비, 1인당 사용면적 효율성 영향 산출변수 : 논문게재 건수, 자체과제 건수, 수탁 및 수시과제 건수, 수탁 및 수시과제 수입금액
전성욱 (2013)	경제·인문 사회분야 정부출연 연구기관	자본(예산) 투입량, 노동(인력) 투입량	연구보고서 생산건수, 연구기관 평가결과	기관규모가 클수록 효율성이 낮음 연구보고서 생산건수와 외부 고객만족도가 높은 기관일수록 효율성이 높음
강준구 (2014)	과학기술계 연구기관	연구자 수, 연구직접비	특허 등록 수, 기술이전 건수, 기술료 수입	기관장의 출신, 리더십 외부평가 점수, 연구직 중 박사학위자 비율이 효율성에 영향 미침
Thursby·Kemp (2002)	AUTM, 미국 대학교	연방정부 지원 TTO의 전문가 수, 생물학/공학/ 물리학 분야의 교직원 수와 평가등급	기술이전 계약 건수, 산업계 위탁 연구 계약 규모, 신규 출원특허 건수, 발명신고 건수, 기술이전 수입	교수의 특허, 기술이전에 대한 의지, 기업의 R&D 아웃소싱이 대학 기술이전과 특허의 증가에 중요한 요인
Thursby·Thursby (2002)	AUTM, 미국 대학교	발명신고, 특허, 라이선스	총요소생산성	라이선스 방향, 기업의 외부 R&D에 대한 의지가 기술이전과 특허 증가의 중요한 요인
Chapple 외 (2005)	영국 대학교	발명신고 건수, 연구개발비, 외부 법무비용, TTO 직원수	기술이전 계약 건수, 기술료 수입	효율성이 낮은 수준이며 규모의 불경제가 존재하여 기술이전조직들을 소규모로 개편하는 것이 필요
Anderson 외 (2007)	AUTM, 미국 대학교	연구개발비	미국 특허 신청건수, 미국 특허 등록건수, 라이선스 수입, 라이선스 건수, 창업 건수	의과대학의 보유는 효율성이 다소 낮고 국공립대와 사립대의 차이는 없는 것으로 판명

연구자	연구대상	투입변수	산출변수	연구결과
Wang·Huang (2007)	OECD 국가별 R&D	R&D 스톡, 인력	논문, 특허	1/2 이하의 국가들이 R&D를 효율적으로 수행하고 2/3 이상의 국가들이 IRS 상태
Hsu·Hsueh (2009)	대만 정부지원 R&D	R&D 인력 수, 정부 보조금, 기업 예산, 개발기간	논문 게재, 특허 스톡, 혁신적 상업화, 수익적 상업화	기업규모, 산업, R&D 국가 보조금 예산이 효율성에 영향을 미침
KIM (2011)	AUTM, 미국 대학교	발명공개 수, TTO 직원 수, 연구개발비	미국 등록특허 건수, 기술이전 체결 건수, 기술료 수입	기술이전 평균 생산성이 31% 향상 대학이 높은 투자수익을 얻기 위해 사업화 활동을 개선하고, 비효율적인 대학은 효율적인 대학을 따라잡기 위한 노력을 한 결과

III. 공공연구기관의 현황

1. 공공연구기관의 개념

일반적으로 공공연구는 공공부문에 속하는 기관들이 공공의 이익을 목적으로 수행하는 비영리 목적의 연구를 의미한다(Laredo and Mustar, 2004). 공공연구란 전유성이 낮고 사회적 파급효과가 큰 기초과학 연구와 더불어 사회적 인프라 구축이나 대국민 서비스를 목적으로 수행하는 보건의료, 환경, 교통, 통신, 국방 분야 등의 응용 및 실용화 연구들을 포함하는 의미로 사용되고 있다(Joly & Mangematin, 1996).

공공연구기관은 이러한 공공연구를 수행하는 기관으로, 연구개발 자금, 지배 구조, 연구의 임무와 영역 등 크게 세 가지 측면에서 다음과 같은 속성을 가지고 있다. 첫째, 연구개발 자금측면에서는 주로 정부예산과 공공기금에 의존하고, 둘째, 지배구조 측면에서 공공에 의해 소유와 통제가 되며, 셋째, 연구개발의 임무와 영역 측면에서 결과물의 사적 전유보다는 이전과 확산을 목적으로 주로 기초과학, 공공기술, 국방 분야 등의 연구를 수행한다(Senker et al., 1999).

국가연구개발사업의 주요 수행주체는 산학연 및 기타기관으로 구분되고 이 가운데 공공연구기관은 대학과 연구소 부분으로 구분할 수 있다. 좀 더 세부적으로 연구소는 정부출연연구소(이하 출연(연)), 전문생산연구소(이하 전문(연)), 국공립연구소(이하 국공립(연))로 구분된다.

<표 2> 연구수행 주체 분류

주체	분류기준
산	대기업 : 자본금이나 종업원 수 또는 그 밖의 시설 등이 대규모인 기업
	중소기업 : 자본금, 종업원 수 또는 그 밖의 시설 등이 중소기업인 기업
학	대학 : 전국의 2년제 및 4년제 대학 포함
연	출연(연) : 법인 운영에 필요한 경비 일부 또는 전부를 정부에서 출연한 기관
	전문(연) : 지역특화산업의 경쟁력 제고 및 중소기업의 생산기술 지원 목적으로 설립
	국공립(연) : 국가의 필요에 의해 정부에서 직접 운영하는 연구기관
기타	비영리법인, 연구조합, 협회, 정부투자기관, 복수의 수행주체 등

출처 : 각년도 국가연구개발사업조사분석보고서 수정

본 연구에서는 공공연구기관이라는 의미를 연구소에 한정지어 사용하였다. 대학은 연구 인력 육성을 위한

교육 및 훈련과 더불어 주로 기초과학분야 연구를 수행(조현대외,2007)하고, 대학 교수들은 소속된 아카데미 집단 내에서 주로 활동하며, 여기서는 학회지에 논문발표를 통한 연구활동이 주가 된다 (김형주외, 2013).

반면 연구소는 국가혁신체계에서 기업 및 대학이 해결하기 어려운 공공 R&D를 수행하는 임무와 정체성을 부여받고 국가R&D에서의 시장실패와 제도적 보완을 위해 국가연구개발사업의 주된 주체로 운영되고 있다. 특히, 연구개발 투자의 위험이 크지만 성공시 경제적 파급효과가 큰 새로운 원천기반기술(emerging and enabling technology) 및 거대과학(big science) 연구와 함께 대학이 수행하는 기초연구와 기업의 개발 및 상업화 연구의 gap을 연결하는 역할을 수행한다(이장재외, 2011).

이처럼 대학과 연구소는 존립목적과 수행연구의 특성도 상이하므로 동일한 관점으로 효율성으로 분석하기에는 한계가 있으므로, 연구소를 ‘공공연구기관’이라는 용어를 활용하여 연구를 수행하였다.

2. 공공연구기관의 기술이전 현황

기술이전이란 기술이나 기술과 관련된 유무형의 지식(형식지, 암묵지, 노하우 등)이 소유 주체와 사용 주체 간 이동을 통해 활용되어지는 현상 및 그 과정(임인중외, 2014)이다. 공공연구기관은 기술이전에 있어 중요한 위치를 차지하며 지속적으로 그 성과가 증가하고 있는 추세이다.

공공연구기관의 기술이전 성과 중 기술료 수입측면을 보면 2007년 893억에서 2012년 1,170억으로 증가하였고 기술이전 건수도 지속적으로 증가중이다.

<표 3> 기술료 수입(2007~2012)

(단위 : 백만원)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체	104,413	128,786	101,667	124,514	125,812	165,180
공공연구기관	89,342	102,320	74,017	91,836	83,209	117,017
대학	15,071	26,466	27,650	32,678	42,603	48,162

출처 : 각년도 기술이전·사업화 조사분석 자료집

<표 4> 기술이전 계약건수(2007~2012)

(단위 : 백만원)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체	2,593	2,641	2,918	2,940	3,420	4,312

출처 : 각년도 기술이전·사업화 조사분석 자료집

그리고 투입연구비 대비 기술료수입으로 측정한 공공연구기관의 연구비생산성은 2007년 2.60%에서 2012년 1.80%로 감소추세에 있다. 1.05%인 대학의 연구비생산성보다는 높은 수치이지만 선진국에 비하면 아직 턱없이 부족한 실정이다. 실제로 미국 대학 연구소의 기술료수입을 조사한 AUTM U.S. Licensing Survey 2011년 자료에 따르면 전체기관들의 평균연구비 생산성이 3.93%이고 이 중 연구소는 우리나라의 5배가 넘는 10.0%이다.

<표 5> 연구비 생산성 추이

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체	1.70	1.30	1.35	1.48	1.32	1.49
공공연구기관	2.60	1.90	1.91	2.02	1.69	1.80
대학	0.60	0.60	0.76	0.85	0.92	1.05

출처 : 각년도 기술이전·사업화 조사분석 자료집

IV. 연구설계

1. 자료수집

본 연구에서는 대학 및 공공연구기관의 기술이전·사업화 현황을 조사함으로써 기술이전·사업화 수준과 역량을 측정 및 분석하기 위한 지표를 개발하고 기술이전·사업화 관련 정책의 수립과 예산편성 및 제도 정비 등에 활용하도록 하여 대학 및 공공연구기관의 기술이전·사업화 활동을 효과적으로 지원하기 위한 목적으로 산업통상자원부(지식경제부)가 조사하는 ‘기술이전·사업화 조사분석 자료’를 주로 활용하였다. 또한 주 자료에서 측정이 어려운 데이터는 해당 연구기관 홈페이지와 알리오(www.alio.go.kr)²⁾ 등을 통해 추가하여 종합적인 자료를 구축하였다.

본 연구는 공공연구기관과는 그 역할과 특성이 상이한 대학을 제외한 출연(연), 국공립(연), 전문(연) 등의 연구소를 대상으로 하였다. 분석기간은 결측치가 없고 신뢰성이 높은 4년(2009~2012년)으로 선정하였다.

2. 연구모형 및 연구가설 설정

1) 연구모형 설정

본 연구는 연구방법론 측면에서 공공연구기관의 기술이전 효율성을 분석하기 위해 동태적 효율성 분석기법인 DEA Window를 활용하였다.

최적의 변경(best practice frontier)에 속한, 즉 효율성이 가장 뛰어난 공공연구기관들에 대한 상대적 효율성 점수는 VRS를 가정한 산출지향 BCC모형을 활용하여 측정하였다. 효율성 측정을 위한 소프트웨어로는 유연하게 모형을 적용 및 변형할 수 있는 R 프로그램을 활용하였다. 실증분석에서 산출지향 모형을 사용한 이유는 투입변수(4)보다 산출변수(2)의 수가 적어 동비율적인 변화가 좀 더 현실적이라는 판단과 공공연구기관의 기술이전 규모를 확대하는 것이 현 시점에 더 맞는 상황이라는 생각 때문이다.

데이터 분석을 수행함에 있어 다음 3가지의 기준을 두었다. 첫째, 산출이 전혀 없는 공공연구기관은 분석에서 제외했다. 기본적으로 DEA의 효율성은 집계 투입 대비 집계 산출의 비율이므로 산출이 전혀 없는 DMU의 효율성 점수는 0이다. 또한 이론적으로 이러한 DMU들은 변경(frontier) 구성에 영향을 미치지 않기 때문에 산출이 전혀 없는 경우에는 DEA 분석 대상에서 제외하고, 효율성 점수를 0으로 간주한다. 둘째, TLO 운영비가 1천만 원 미만인 경우는 제외하였다. TLO 운영비에는 인건비를 비롯하여 특허유지관리비용, 기타 기술이전 및 사업화 비용으로 1천만 원은 현실성이 떨어지는 금액이기 때문이다. 셋째, 기술이전계약건수가 10건 미만인 경우는 제외하였다. 10건 미만의 기관 중에는 TLO 업무를 주로 수행하기보다는 부수적인 업무

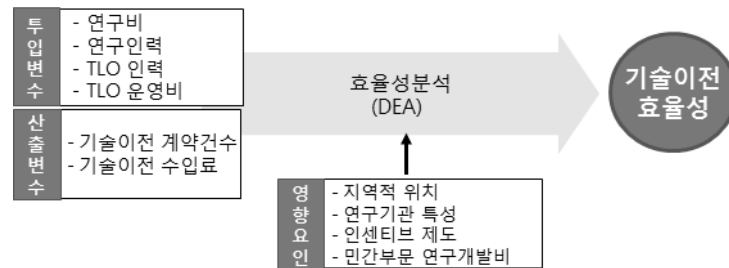
2) 공공기관의 경영현황을 일반 국민들에게 투명하게 공개하여 국민에 의한 상시감독시스템을 마련하자는 취지에서 구축된 알리오시스템은 현재 316개 공공기관의 37개 항목, 120여개 경영정보를 공개하고 있음.

로 검직하는 경우가 많아 대부분 수동적인 태도로 기술이전 수요를 받는 경우가 많다.

평가대상인 DMU의 경우 그 수에 따라 효율성 변별력이 영향을 받을 수 있다 DMU의 수가 투입·산출요소의 수에 비해 지나치게 작은 경우에는 모든 DMU의 효율성이 1로 도출되어 평가대상 모두가 효율적이라는 결과가 나올 가능성이 있다. 관련하여 Golany et al.(1989)는 DMU의 수가 투입·산출 요소 수의 2배 이상이어야 한다고 주장했고, Banker et al.(1984)는 DMU의 수가 투입·산출 요소 수의 총합의 3배보다 커야 변별력이 있음을 검증했고, Boussofiane et al.(1991)은 평가대상인 DMU의 수가 투입요소의 수와 산출요소수의 곱보다 2배 이상 커야 변별력이 있다고 주장했다. 때문에 본 연구에서는 이러한 기준들을 대부분 충족할 수 있는 DMU의 수(21개)를 확보하였다.

투입변수와 산출변수의 선정에 있어서는 Sun(1988)의 4가지 기준을 참조하였다. 첫째, 투입·산출은 경영에 의하여 통제 및 조정 그리고 정량화가 가능하여야 하고 공식적인 목표 달성에 중요한 요소이어야 한다. 둘째, 투입의 증가가 산출을 증가시키거나 최소한 산출을 감소시키면 안된다. 셋째, 투입·산출은 동일한 평가기간 동안 소비 혹은 생산된 순가치(net value)이며, 누적 또는 축적된 양이 아니다. 넷째, 투입·산출은 양(+)의 수량을 가지거나 양의 수량으로 전환이 가능해야 한다. 이러한 기준에 따라 투입요소는 연구비, 연구인력, TLO 인력, TLO 운영비를 산출요소는 기술이전 계약건수, 기술이전 수입료로 선정하였다.

본 연구에서는 영향변수로 지역적 위치, 연구기관 유형, 인센티브 제도, 민간부문 연구개발비 비중을 영향변수로 선정하였다. 그러나 데이터 정제과정을 거친 최종 분석대상물이 각 연도별로 21개 이내에 불과하여, 회귀분석은 정규분포의 가정을 하므로 최소 30개 이상의 표본수가 필요하다는 연구방법론의 기본적인 요구조건을 충족시키기가 어려웠다. 때문에 4개 영향요인별 특징과 기술이전효율성과의 관계는 그룹별 평균으로 살펴볼 수밖에 없었다.



[그림 3] 연구모형

2) 연구가설 설정

(1) 지역적 위치

지역혁신체제(Regional Innovation System, RIS)는 기업이나 기타 기관들이 지역적으로 착근된 제도적 환경에서 상호학습에 체계적으로 참여하는 시스템으로 정의(Cooke, 2001)되며, 구성요소들 간의 네트워크를 통한 상호작용 속에서 인력, 재정, 정보, 자문 및 의사결정의 다양한 요소들이 시너지효과를 내면서 기준에 비해 빠른 기술적 혁신을 이루게 된다(Koschatzky, 1993).

지역혁신체제는 다양한 지역혁신 주체간의 네트워크체제 구축, 즉 산·학·연·관 협력체제 구축의 중요성을 강조한다. 혁신주체를 기준으로 지방대학이 주도하는 방식과 연구기관 주도, 기업주도, 그리고 정부 및 지자체주도방식의 지역혁신체제가 다양하게 존재한다. 대학이 주도하는 지역혁신체제는 가장 잘 알려진 미국 실리콘밸리로, 스탠포드대학의 연구 활동이 기업과 연계되면서 세계적으로 혁신을 창출하는 지역혁신체제이다.

연구기관이 주도하는 지역혁신사례는 대전의 대덕밸리가 대표적이며, 기업이 주도하는 지역혁신체제는 영국 캠브리지, 독일 바덴뷔르템베르크, 일본 오타구 등이 해당한다. 정부 및 지자체 주도의 지역혁신은 스웨덴 시스타, 영국 셰필드, 이탈리아 밀라노, 중국의 중관춘 등이 있다(윤대식외, 2003).

이 중 연구기관의 측면에서 논의를 해보자면, 우리나라의 경우 상대적으로 연구기관이 집중된 수도권과 충청권이 지식의 창출과 파급에 있어 유리한 상황이므로 해당 지역의 성장률이 타 지역의 성장률보다 높은 편에 속하게 되었다는 해석(홍성훈, 2009 재인용)이 있다. 반면, 현만식(2008)은 실증연구를 통해 기술이전 비효율성의 원인이 지역특성보다는 기관특성의 영향이 크다고 하였다.

본 연구에서는 지역혁신체제의 특성에 따른 기술이전 및 사업화 과정의 효율성 차이가 존재할 것으로 예상하고, 이러한 예상에 대해 실증적으로 검토해보고자 한다.

(가설 1) 연구기관의 지역적 위치는 기술이전 효율성과 관계가 있을 것이다.

(2) 연구기관 유형

연구기관의 유형에 따라 효율성의 차이가 있을 것이라는 가설을 수립하게 된 배경은 2가지이다.

첫째, 연구기관의 예산구조이다. 출연(연)은 정부출연금에 의한 기관고유사업과 공개경쟁 등에 의한 연구개발사업, 전문(연)은 공개경쟁 등에 의한 연구개발사업, 국공립(연)은 국고 지원이라는 특징을 지닌다. 정부 예산의 수혜를 완전하게 받는 국공립(연)과는 다르게 전문(연)은 PBS구조로 공개경쟁을 통해 기관의 연구비, 인건비, 간접비를 충당해야 한다. 출연(연)도 1995년 PBS제도를 도입했다고는 하지만 기관고유사업을 통해 60%정도의 출연예산을 지원받고 있기 때문에 완전한 PBS구조라고는 보기 어렵다. 때문에 국공립(연)이나 출연(연)의 경우 비교적 안정적인 예산구조와 연구환경으로 인해 기술이전이라는 별도의 업무에 대한 노력을 소홀히 하는 경향이 있을 수 있다. 반면 정부지원금이 전무한 전문(연)은 다양한 재원확보 노력을 해야 하므로 적극적인 기술이전 활동을 수행함으로써 효율성도 높아질 것이다.

둘째, 연구기관의 연구영역이다. 국가연구개발사업 연구개발 단계에 따라 다음 3가지로 구분할 수 있다.

<표 6> 국가연구개발사업의 구분

구분	내용
기초연구단계	특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 아니하고 현상 및 관찰가능한 사실에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 행하여지는 이론적 또는 실험적 연구 단계
응용연구단계	기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여 주로 실용적인 목적과 목표 하에 새로운 과학적 지식을 획득하기 위하여 행하여지는 독창적인 연구 단계
개발연구단계	기초연구·응용연구 및 실제 경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품, 장치 및 서비스를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위하여 행하여지는 체계적 연구 단계

출처 : 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 시행규칙 제2조(연구개발단계의 구분)

각 연구기관이 수행하는 국공립(연)은 기초연구, 출연(연)은 기초연구·응용연구·개발연구, 전문(연)은 개발연구가 주요 분야이다. 전문(연)은 기업과 연계한 상용화와 근접한 연구가 주를 이루는 만큼 연구자들이 기업에 대한 이해도도 높을 것이므로 기술이전 효율성도 높을 것으로 예상된다.

(가설 2) 연구기관의 유형은 기술이전 효율성과 관계가 있을 것이다.

(3) 민간부문 연구개발비

연구개발비 중 민간부문 연구개발비가 기술이전 성과에 영향을 미친다는 연구가 있다. 실제로 민간재원 1% 증가가 대학의 기술이전 효율성을 0.815%증가(Thursby&Kemp, 2002)시키는 것으로 조사되기도 하였다. 또한 Di Gregorio와 Shane(2003)은 민간의 연구자금을 많이 받는 대학의 활발한 산학연 협력활동 수행 이유를 3가지로 정리했다. 첫째, 기업은 정부보다 사업화 가능성이 높은 연구에 투자할 가능성이 높다. 둘째, 기업이 정부보다 위험도가 낮은 연구에 투자할 가능성이 높다. 마지막으로 정부지원 연구의 경우 정보의 비대칭 문제에 직면할 가능성이 커 산업계는 이러한 연구에 지원할 가능성이 낮다.

민간부문 연구개발비가 높은 기관일수록 기업의 니즈파악이 용이하고 상호간의 신뢰도가 높을 것으로 예상되므로 기술이전 효율성도 높을 것으로 예상된다.

(가설 3) 민간부문 연구개발비와 기술이전 효율성은 관계가 있을 것이다.

(4) 인센티브 제도

기술이전과 관련된 인센티브 제도의 수혜자는 크게 기술이전 연구자(발명자)와 기술이전 기여자(TLO 직원)으로 구분할 수 있다.

기술이전 연구자에 대한 보상제도는 기술이전 촉진법 등의 법률적 영향에 의해서 거의 대부분 실시하고 있는 실정이다. 최근에 기술이전 기여자의 경우, 법률상 인센티브를 줄 수 있는 제도적 장치³⁾로 인해 보상을 받을 수 있는 기반이 마련되었다. 하지만 기술이전 기여자에 대한 보상제도는 연구기관별로 도입하고 있는 제도이며, 도입여부는 물론 도입시기와 방법도 기관별로 천차만별이다.

기술이전 기여자에 대한 인센티브 제도는 TLO 직원들에게 강한 동기부여를 제공할 것이고 이는 기술이전 효율성의 향상에 영향을 줄 것이라 생각한다.

(가설 4) 인센티브 제도와 기술이전 효율성은 관계가 있을 것이다.

3. 변수 설정

1) 투입 변수

21개의 선행연구를 분석해보면 5개 이상의 연구에서 투입 변수로 활용된 항목으로 연구비, 연구인력, TLO 직원 수가 있다. 이 중 연구비와 연구인력은 R&D의 효율성을 추정하는데 있어서 대표적으로 꼽히는 투입지표이다(Serrano-Cinca et al., 2005). 이와 더불어 기술이전 효율성을 측정하기 위한 변수로 TLO 인력과 TLO 운영비를 추가적으로 설정하였다.

연구비는 새로운 기술, 제품을 개발하거나 기존 지식을 활용하여 새로운 방법을 찾아내기 위해 수행한 조사 연구활동에 지출되는 비용으로 R&D 과제를 수행하면서 사용한 정부 출연금과 민간 출연금의 합으로 정의할 수 있다.

연구인력은 R&D과제를 직접 수행하고 연구성과물을 생산하는데 주요한 역할을 수행하므로 가장 중요한

3) 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」의 시행령 제24조(공공기술이전에 대한 성과배분)에서 기술이전 기여자에게 기술료 순 수입액의 100분의 5이상의 금액을 보상금으로 제공토록 함.

자원의 하나이다. 연구인력은 학사학위 이상의 학위소지자 또는 동등 이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로서 과학기술, 산업기술 등의 연구개발 활동에 종사하고 있는 인력으로 정의될 수 있다.

TLO 인력은 TLO 조직에서 산업재산권 출원·등록·관리, 이전상담 및 계약, 창업지원, 기술마케팅 등의 업무를 수행하는 전담인력으로 제한하였다.

TLO 운영비는 TLO 조직을 운영하는데 소요되는 인건비, 기술마케팅비, 활동비 등의 비용을 합산하였다.

<표 7> 효율성 측정변수 : 투입 변수

구분	변수명	조작적 정의	측정지표
R&D 변수	연구비	R&D에 투입된 금액(정부 출연금과 민간 출연금 포함)	연구개발비(백만원)
	연구 인력	R&D에 투입된 기술개발 인력(정규직 기준)	연구 인력수(명)
TLO 변수	TLO 인력	TLO 조직에서 기술이전업무를 수행하는 전담인력	TLO 인력수(명)
	TLO 운영비	TLO 조직운영에 소요된 비용	TLO 운영비(백만원)

2) 산출 변수

21개의 선행연구를 분석해보면 5개 이상의 연구에서 산출 변수로 활용된 항목으로는 특허, 논문, 기술이전 건수, 기술이전 수입료가 있다. 물론 기존 연구에서 논문과 특허를 많이 사용하였지만 논문은 직접적인 기술이전 성과에 영향을 준다고 보기 어렵고 특허의 경우 정부 R&D 수행의 결과물로 목표치를 달성하기 위해 출원하는 경우가 많다⁴⁾.

본 연구의 범위가 공공연구기관의 기술이전 효율성을 살펴보는 것인 만큼 기술이전 건수와 기술이전 수입료를 산출 변수를 설정하는 것이 타당하다.

기술이전 체결건수의 경우, 공공연구기관이 생산한 지식(기술)이 민간(산업계 등)으로 얼마나 많이 이전되어 활용되는 지를 의미하는 것으로, ‘공공기술확산’이라는 역할을 잘 수행하고 있는지를 볼 수 있는 실적이다.

기술이전 수입료의 경우, 기술이전이라는 활동을 통해 기관의 재원을 확보하는 ‘기관수익창출’ 의미를 지닌다.

<표 8> 효율성 측정변수 : 산출 변수

구분	변수명	조작적 정의	측정지표
확산변수	기술이전계약건수	기술이전 계약 체결 건수	기술이전 계약건수
수익변수	기술이전 수입료	기술이전을 통한 정액/경상 수입료	기술이전 수입료 금액

3) 환경 변수 및 영향 요인

공공연구기관의 기술이전을 둘러싼 다양한 요인들이 투입요소와 산출요소에 영향을 미친다. 선행연구는 물론 정부의 기술이전 사업화 정책과 공공연구기관의 현황을 검토한 결과, 공공연구기관의 기술이전 효율성에

4) 25개 출연연이 2013년 기준 전체 보유한 특허는 무려 3만4888건에 달한다. 이 가운데 활용된 특허는 1만 1706건. 활용률이 33.5%에 불과하다. 5년이 지나 무용지물이 된 휴면 특허도 2011년 4533건에서 작년 5622건으로 24% 증가했다. R&D 과제의 성패 여부를 논문, 특허 등 양적 지표로만 평가하면서 초래된 결과이다(한국경제신문, 2014.11.09.)

영향을 미칠 수 있는 환경요인으로 지역적 위치, 연구기관 유형, 인센티브 제도, 민간부문 연구개발비 비중을 고려할 수 있다.

2013년 기준으로 조사 대상 기관들의 지역별 분포를 살펴보면 전국적으로 다수의 기관이 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 통계적 유의성을 보기 위해서 3개 지역(서울 경기, 대전·충남, 기타)으로 구분하여 살펴보았다. 연구기관의 유형은 기관유형에 따라 출연(연), 전문(연), 국공립(연)으로 구분하여 살펴보았다. 인센티브 제도는 연구자와 기술이전을 수행하는 주체인 TLO에 대해 기술이전 성과에 대해 보상을 제공하는 인센티브 제도의 유무를 살펴보았다. 민간부문 연구개발비는 전체연구비(정부부문 연구개발비+민간부문 연구개발비)에서 민간부문 연구개발비의 금액비율을 살펴보았으며, 이를 표로 정리해보면 아래 <표 9>와 같다.

<표 9> 효율성 영향요인 측정변수

구분	변수명	조작적 정의	측정지표
환경 변수 (영향요인)	지역적 위치	기관이 위치한 지역적 위치로 서울·경기, 대전·충남, 기타로 구분	서울경기, 대전충남, 기타
	연구기관 유형	기관의 유형에 따라 정부출연기관, 전문생산연구소, 국공립연구소로 구분	정부출연기관, 전문생산연구소, 국공립연구소
	인센티브 제도	연구자와 TLO의 기술이전 성과에 대한 인센티브 제도의 유무로 구분	연구자와 TLO조직에 대한 인센티브 제도 유무
	민간부문연구개발비	전체 연구비 중 기업 등이 부담하는 민간부문 연구개발비 비중	민간부문 연구개발비 비율

V. 공공연구기관의 기술이전 효율성 분석결과

1. 기술이전 효율성 분석

1) 정태적 분석(2009~2012)

21개 연구기관의 4년간의 기술이전 효율성을 분석한 결과, 가장 효율적인 기관은 4년간 계속 효율성 값 1을 유지한 F, G, H, O, Q로 나타났다. 하지만 대부분 기관이 매년 심한 변동폭을 나타내어 전체적인 추세를 파악하기는 다소 어려움이 있었다.

<표 10> 기술이전 효율성 분석 결과(정태적)

연구 기관명	2009	2010	2011	2012
A	0.49	1.00	0.75	1.00
B	1.00	-	0.70	0.76
C	0.70	1.00	0.85	0.30
D	-	-	0.64	0.36
E	1.00	0.96	0.36	0.47
F	1.00	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	1.00
H	1.00	1.00	1.00	1.00
I	-	0.46	0.39	0.32
J	0.72	0.85	1.00	1.00
K	0.57	1.00	1.00	1.00

L	0.50	0.99	0.75	0.86
M	0.23	0.57	0.45	1.00
N	0.97	1.00	1.00	1.00
O	1.00	1.00	1.00	1.00
P	0.41	1.00	0.60	0.27
Q	1.00	1.00	1.00	1.00
R	1.00	0.81	0.60	0.39
S	0.96	0.47	0.35	0.18
T	1.00	0.54	1.00	0.38
U	0.31	0.50	0.87	0.40
평균	0.78	0.85	0.78	0.70
효율적 기관비율	0.47	0.47	0.43	0.48

2) 동태적 분석(2009~2012)

다년간에 걸친 21개 기관의 효율성을 서로 비교하기 위하여 DEA Window모형을 활용하였으며, 구체적으로 4년간의 효율성을 윈도우폭 3으로 하여 살펴보았다.

Charnes et al.(1995)에서 윈도우 분석은 과거 생산과정이 미래에도 지속가능할 것이라는 가정을 전제로 하며, 기간에 대한 구성은 윈도우에 포함하고 있는 기간들의 평균으로 한다는 전제를 하고 있다. DEA Window 분석방법은 기존의 정태적인 DEA 분석의 약점을 보완할 수 있는 기법으로 추세, 계절성, 안정성 등의 확인이 가능하다. 본 연구에서 사용된 LDP(Largest Difference between scores across the entire Period)는 전체기간 효율성 값의 최대값과 최소값의 차이를 의미한다(안치원외, 2014).

2009년부터 2012년까지 기술이전 효율성이 가장 높은 기관은 G H, O로 분석되었으며, 가장 비효율적인 기관은 I(0.318), S(0.321) 순으로 나타났다. LDP의 경우, 효율성 값이 0.5이상인 기관 중에서 G(0), H(0), O(0), N(0.103), Q(0.283)이 안정적으로 운영된 것으로 분석되었다.

<표 11> 기술이전 효율성 분석 결과(동태적)

연구 기관명	Window	2009	2010	2011	2012	Win Avg.	Avg.	LDP
A	09-11	0.493	0.518	0.288		0.433	0.641	0.712
	10-12		1.000	0.544	1.000	0.848		
B	09-11	1.000	-	0.456		0.728	0.630	0.544
	10-12		-	0.473	0.590	0.532		
C	09-11	0.693	0.805	0.580		0.693	0.601	0.509
	10-12		0.736	0.493	0.297	0.508		
D	09-11	-	-	0.422		0.422	0.369	0.092
	10-12			0.353	0.330	0.342		
E	09-11	1.000	0.434	0.297		0.577	0.510	0.703
	10-12		0.571	0.302	0.458	0.444		
F	09-11	1.000	1.000	1.000		1.000	0.940	0.360
	10-12		1.000	1.000	0.640	0.880		
G	09-11	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	0.000
	10-12		1.000	1.000	1.000	1.000		
H	09-11	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	0.000
	10-12		1.000	1.000	1.000	1.000		
I	09-11	-	0.348	0.241		0.294	0.318	0.189
	10-12		0.430	0.276	0.296	0.334		
J	09-11	0.713	0.718	0.829		0.753	0.774	0.373

연구 기관명	Window	2009	2010	2011	2012	Win Avg.	Avg.	LDP
K	10-12		0.627	0.759	1.000	0.795	0.922	0.466
	09-11	0.534	1.000	1.000		0.845		
L	10-12		1.000	1.000	1.000	1.000	0.609	0.354
	09-11	0.473	0.649	0.522		0.548		
M	10-12		0.828	0.556	0.625	0.669	0.458	0.789
	09-11	0.231	0.521	0.211		0.321		
N	10-12		1.000	0.991		0.963	0.970	0.103
	09-11	0.897	1.000	0.933	1.000	0.978		
O	10-12		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	09-11	1.000	1.000	1.000		1.000		
P	10-12		1.000	0.449	0.229	0.559	0.533	0.771
	09-11	0.403	0.844	0.270		0.506		
Q	10-12		0.904	1.000	0.747	0.884	0.895	0.283
	09-11	1.000	0.717	1.000		0.906		
R	10-12		0.553138	0.371585	0.309407	0.411	0.486	0.691
	09-11	1	0.335662	0.34389		0.560		
S	10-12		0.27767	0.152148	0.181907	0.204	0.321	0.803
	09-11	0.955412	0.192106	0.169688		0.439		
T	10-12		0.476431	1	0.231292	0.569	0.644	0.769
	09-11	0.949937	0.435851	0.770834		0.719		
U	10-12		0.418001	0.502924	0.378126	0.433	0.411	0.190
	09-11	0.31311	0.397969	0.454298		0.388		

2. 기술이전 효율성과 영향요인 분석

연구기관별 기술이전 효율성의 2개 Window(09-11, 10-12)의 전체 평균값과 4개 영향요인에 대한 전체적인 내용은 <표 12>처럼 정리하였다.

<표 12> 기술이전 효율성과 영향요인

연구기관명	기술이전 효율성	지역적 위치	연구기관특성	민간부분개발비	인센티브				
					연구자		TLO	TLO개인	
					금전	평가	부서	금전	평가
A	0.641	충청도	전문연	0.218	○	○	○	○	○
B	0.630	경상도	출연연	0.137	X	○	X	○	○
C	0.601	경기도	전문연	0.036	○	○	○	○	○
D	0.369	경기도	출연연	0.109	○	○	X	○	X
E	0.510	서울시	출연연	0.057	○	○	X	○	X
F	0.940	서울시	출연연	0.064	○	○	X	○	○
G	1.000	광주시	전문연	0.058	○	○	○	○	○
H	1.000	대전시	출연연	0.177	○	○	X	○	X
I	0.318	대전시	출연연	0.020	○	○	X	X	X
J	0.774	충청도	출연연	0.066	○	○	X	X	X
K	0.922	경기도	출연연	0.068	○	○	X	X	X
L	0.609	대전시	출연연	0.052	○	○	X	○	X
M	0.458	대전시	출연연	0.337	○	○	○	X	X
N	0.970	경상도	출연연	0.149	X	○	X	○	X
O	1.000	대전시	출연연	0.058	○	○	X	○	○
P	0.533	대전시	출연연	0.065	X	○	○	X	X

Q	0.895	경기도	출연연	0.104	O	O	X	O	O
R	0.486	대전시	출연연	0.104	X	O	X	O	X
S	0.321	대전시	출연연	0.014	O	O	O	O	X
T	0.644	경기도	출연연	0.324	O	O	O	O	X
U	0.411	대전시	출연연	0.053	O	O	X	O	X

1) 지역적 위치

연구기관들의 지역적 위치를 보면 경기도 5개(0.686), 경상도 2개(0.800), 광주 1개(1.000), 대전 9개(0.571), 서울 2개(0.725), 충청도 2개(0.707)로 경기도와 대전에 집중되어 있다. DMU의 수가 너무 다르면 효율성 값의 변동폭이 달라져서 상대적인 비교가 어렵기 때문에 서울-경기 7개(0.697), 대전-충남 11개(0.595), 기타 3개(0.867)로 구분하여 효율성을 살펴보았다.

기타 지역을 제외하고 서울-경기에 위치한 연구기관이 대전-충남에 위치한 연구기관보다 약 10.2%의 기술이전 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이로써 지역혁신체제가 잘 갖춰져 있고 기술이전대상 기업이 많은 수도권에 지방보다 기술이전 효율성이 높음을 확인할 수 있었다.

2) 연구기관 특성

대상 21개 연구기관은 출연(연) 18개(0.655)와 전문(연) 3개(0.747)로 구분되었으며, 기술이전 효율성은 전문(연)이 9.2% 높은 것으로 분석되었다.

일반적으로 DMU 수가 많을수록 효율성 수치 평균값의 대표성이 낮아질 수도 있기 때문에 반드시 전문(연)의 효율성이 더 높다고 주장할 수는 없으나, 이를 감안하더라도 계산된 평균값과 연구자의 직관에 따른 판단을 종합해보면 어느 정도 연구기관 특성과 기술이전 효율성 간의 관계를 보여주는 결과라고 해석할 수 있다. 이는 특정 산업군에 특화되어 설립된 목적에 따라 기업의 상용화 기술에 근접한 연구개발을 하는 전문(연)의 특성이 반영된 것이라고 볼 수 있다.

3) 민간부분 개발비

연구개발비 중 민간부분 개발비 비중이 10%가 넘는 기관이 10개(0.677), 10%미만이 12개(0.662)로 분석되었다. 추가적으로 15%가 넘는 기관 4개의 효율성 역시 살펴보았지만 0.686으로 나머지 두 값과 큰 차이가 없었다. 결국 민간부분 개발비 비중이 높으면 기술이전 효율성이 높을 것이라고 예측했던 가설은 입증하지 못했다.

4) 인센티브 제도

인센티브 제도의 경우, 기술이전이 성사되어 기술료 수입이 발생할 경우에 연구자의 금전적 보상과 업무평가 반영, TLO 부서의 금전적 배분, TLO 직원의 금전적 보상과 업무평가 반영으로 구분하여 살펴보았다.

연구자의 금전적 보상제도를 운영 중인 17개 기관(0.671)과 그렇지 않은 4개 기관(0.655)간 기술이전 효율성의 차이가 없었으며, 업무평가는 21개 기관 모두가 반영하고 있었다. TLO 부서의 금전적 배분 역시, 운영 중인 7개 기관(0.673)과 그렇지 않은 14개 기관(0.666)간 큰 차이가 없었다. 하지만 TLO 직원의 금전적 보상 제도를 운영 중인 16개 기관(0.689)과 그렇지 않은 5개 기관(0.601)간 8%의 차이가 있었다. 업무평가에 반영하는 7개 기관(0.815)과 그렇지 않은 14개 기관(0.595)로 22%의 차이가 있었다.

결국 TLO 직원에 대한 금전적 보상과 업무평가 반영이 기술이전 효율성과 관계가 있는 것으로 해석할 수 있다.

VI. 결론

1. 연구의 요약

미래 산업으로의 급속한 변화와 발전에 따라 국가 간 기술경쟁이 치열해지고 특히 이중 산업 간의 융·복합으로 인해 과학기술의 사회경제적 중요성과 영향력이 극대화되는 추세이다. 때문에 정부에서 추진하는 R&D를 효율적으로 구현하기 위해서는 예산의 많은 부분을 차지하고 있는 출연(연)을 비롯한 공공연구기관의 효율성 강화가 중요하다.

본 연구에서는 이러한 공공연구기관의 기술이전 효율성을 강화하기 위한 정책을 수립함에 있어 현재 상황을 면밀히 파악하는 것이 선행되어야 하는 바, 공공연구기관의 기술이전 효율성을 4개년에 걸쳐 분석하였다. 그 결과 <표 13>처럼 4가지 연구가설에 대해 결과를 얻었다.

<표 13> 가설검증 결과 요약

구분	가설내용	결과
가설1	연구기관의 지역적 위치는 기술이전 효율성과 관계가 있을 것이다.	보통관계
가설2	연구기관의 유형은 기술이전 효율성과 관계가 있을 것이다.	보통관계
가설3	민간부문 연구개발비와 기술이전 효율성은 관계가 있을 것이다.	관계없음
가설4	인센티브 제도와 기술이전 효율성은 관계가 있을 것이다.	일부강한관계

본 연구를 통해 공공연구기관의 기술이전 효율성을 분석하는 과정에서 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있었다.

우선 공공연구기관의 지방이전이 기관의 기술이전 효율성을 저해할 수도 있다는 것을 감안하여 행정적 차원의 이전이 아니라 먼저 인프라를 구축하고 산학연협력이 제대로 이뤄질 수 있는 지역혁신환경을 조성해야 한다는 것이다.

둘째, 연구기관별로 설립 목적에 맞는 R&D를 수행할 수 있도록 해야 한다. 원천기술을 중심으로 연구하는 출연(연)에게 과도하게 기술이전의 잣대로 평가를 한다면 본래의 역할에 대해 소홀해질 수도 있기 때문이다.

셋째, 최근 정부에서는 몇몇 연구기관에 대해 민간수탁 비중을 확대시키는 정책⁵⁾을 추진 중인데, 민간수탁 증대가 R&D 효율성(기술이전 효율성)과 직접적으로 연결이 될 거라는 단편적인 생각은 버려야 한다. 연구결과처럼 오히려 민간수탁과 기술이전 효율성은 관계가 없고 다양한 요인들이 작동하기 때문에 폭넓은 의견수렴과 심층적 조사가 필요하다.

넷째, 인센티브 제도나 규정을 운영함에 있어 TLO 인력에게 직접적인 동기요인으로 작용할 수 있는 장치를 만들어야 한다. 연구자는 기술이전보다는 R&D를 본연의 업무로 생각하고, TLO 부서에 배분된 재원은

5) 2015년 5월 발표된 「정부 R&D혁신방안」을 통해 산업현장을 중시하는 ‘한국형 프라운호퍼 연구소’로 한국 전자통신연구원, 생산기술연구원, 전기연구원, 화학연구원, 기계연구원, 재료연구원을 선정함. 민간수탁 비율을 ‘15년 14.2%에서 ’18년 21%로 향상시키고자 함

기관/부서 운영비 등으로 흡수되는 경향이 존재하는 반면 TLO 인력에게 직접적으로 주어지는 인센티브는 좀 더 적극적으로 기술이전 업무를 수행하게 만들고, 그 결과 기술이전 효율성이 향상되기 때문이다.

2. 한계점 및 향후 연구방향

본 연구를 수행함에 있어 한계점이 존재하는 바, 향후 연구에서는 이러한 부분을 보완하여 좀 더 진일보한 연구결과를 얻을 수 있도록 다음의 3가지 관점으로 연구방향성을 제시하고자 한다.

첫째, 대학을 포함한 기술이전 효율성 분석이다. 본 연구에서는 분석 대상을 R&D 목적과 기술특성이 상이한 대학을 제외하고 출연(연), 전문(연), 국공립(연)으로 한정함에 따라 국가 전체의 기술이전 효율성을 파악하기는 어려웠다. 더구나 국공립(연)은 분석기준을 충족하는 데이터가 거의 없어 비교대상으로서의 역할을 제대로 수행하지 못했다. 최근 대학도 기술지주회사나 산학협력 등을 통해 기술의 상용화에 많은 노력을 하고 있는 만큼 동등한 눈높이로 기술이전 효율성을 분석할 필요가 있다.

둘째, 중장기적인 기술이전 효율성 분석이다. 연구목표설정 당시 기술이전·사업화 실적 조사가 수행된 전체 기간인 2007년부터 2012년의 5년의 데이터를 분석하고자 하였으나 raw data에서 결측치와 입력오류수치가 나타나 결국 2009년부터 2012년까지의 기간에 한정하여 분석을 수행하였다. 금번 분석에서 제외된 기간의 수치에 대한 설문보완과 최근 년도(13~14년) 자료의 추가 등을 통해 중장기적인 관점의 기술이전 효율성 분석이 필요하다. 또한 5년 이상의 기간자료가 확보된다면 Window창을 늘려서 추세에 대한 파악이 좀 더 용이할 것이다.

셋째, 다양한 변수의 추가이다. 본 연구에서 제시한 투입/산출/영향 변수는 다수의 국·내외 선행연구를 분석하여 비교적 보수적인 관점의 변수를 설정하였다. 때문에 추후 연구에서는 좀 더 새로운 변수의 추가와 그로 인해 기준에 고려하지 못했던 영향요인을 발굴하는 것이 필요하다. 또한 신뢰성과 공신력을 확보하기 위해 채택한 기술이전·사업화 실적 조사자료가 오히려 연구의 유연성과 참신성을 제약하는 한계도 있었다. 연구자의 아이디어가 담긴 설문조사를 병행하여 결측치를 보완하고 분석대상수를 통계적으로 유의미한 수준으로 향상시킴으로써 tobit을 통한 영향요인 분석도 의미 있는 연구가 될 것이다.

참고문헌

- 강준구(2014), 정부출연연구기관의 효율성 분석 및 영향요인에 관한연구, 서울대학교 석사학위 논문.
- 권지연(2000), 자료포괄분석(DEA)모형을 이용한 인터넷 쇼핑몰 효율성 분석연구, 이화여자대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 고길석(2007), 인센티브 보상유형이 직무만족에 미치는 영향에 관한 실증연구: 건축자재 유통산업을 중심으로, 호서대학교, 석사학위논문.
- 고민수·이덕주(2001), DEA를 이용한 OECD 국가별 연구개발 효율성 비교분석, 대한산업공학회 추계학술대회 발표논문.
- 곽기호·오승훈·김재운(2010), DEA-AR을 활용한 산업기술연구회 소속 정부출연(연)의 R&D 효율성 분석과 평가 방안 제언, 한국기술혁신학회 2010년 추계학술대회, pp.262-278.
- 기획재정부(2014), 범부처 정부 R&D 혁신방안 마련.
- 김도년(2013), 정부출연연구기관 효율성분석을 위한 DEA적용에 관한 연구, 명지대학교 박사학위 논문.

김상민(2010), DEA를 이용한 정부출연 기술개발사업의 효율성 평가에 관한 연구, 전남대학교 박사학위 논문.

김성호·최태상이동원(2007), 효율성 분석 이론과 활용, 서울:서울경제경영출판사.

김용산·김종민(2012), DEA를 활용한 국내 대학의 지식재산(IP) 경쟁력 비교 분석, 제7회 대학(원)생 지식재산 우수논문공모 수상논문집, 한국지식재산연구원.

김정호·박성호(2004), 국가지정연구실의 기술분야별·연구주제별 R&D 효율성 비교 분석, 과학기술정책 146호, pp.21-34.

김태희·김인호·안성봉·이계석(2009), 자료포락분석법을 활용한 국가연구개발사업의 효율성 분석, 기술혁신학회지 제12권 1호, pp.70-87.

김형주·정미애·엄미장·서홍용(2013), 대학의 지식이전 활성화를 위한 연구자 지원 방안: 대학 교수의 산학협력 동기를 중심으로. 과학기술정책연구원, 정책연구 2013-16.

남인석·송윤영·정병호(2008), DEA 모형을 이용한 정부출연연구기관의 상대적 효율성 분석, 산업경영시스템 학회지 제31권 1호, pp.1-10.

노화준(1996), 정부출연 연구기관 종합평가 모형에 관한 연구, 한국정책학회보 5권 1호, pp.30-54.

문춘걸(1998), 자료포락분석법 및 그 변형기법을 통한 공공부문의 생산성 측정: 한국 중소도시의 생산성 분석, 한국조세연구원.

민재용(2014), 공공연구기관의 기술이전 및 사업화 성공요인 분석, 고려대학교 박사학위 논문.

박관규(2013), 정책과 조직의 전략적 상호작용과 성과 변화, 고려대학교, 박사학위논문.

박만희(2008), 효율성과 생산성 분석, 경기: 한국학술정보(주).

박상혁·한승헌·김대환(2007), 건설R&D사업의 효율성평가를 위한 DEA 연구, 한국건설관리학회 2007년도 정기학술발표대회 논문집, pp.255-260.

박정희(2010), DEA를 이용한 지역산업기술개발사업의 효율성 분석 및 개선방안에 관한 연구, 건국대학교 박사학위 논문.

백철우·정영근(2011), 선도 TLO 사업의 R&D 투자효율성 기여도 분석, 한국혁신학회, 제6권 제2호, pp.27-45.

신태영(2002), 연구개발투자와 지식축적량의 국제비교, 과학기술정책연구원.

유금록(2003), 한국과 일본의 국세행정의 효율성비교, 한국행정학보, 제37권 1호, pp.95-118.

유금록(2004), 공공부문의 효율성 측정과 평가 : 프런티어분석의 이론과 적용, 서울: 대영문화사.

윤대식·이종열·박광국·최상일·주효진·김신호·채원호·이근·이철우·김창수·한상훈·김홍배·김은수·윤대식·박기만·정환도(2003), 지역발전과 지역혁신, 경산: 영남대학교출판부.

안치현·하현구(2014), 세계철도산업 효율성 추세 분석(DEA Window 사용), 로지스틱스 연구, 제22권 4호.

이경재(2006), DEA모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문.

이장재·이강춘 (2011), 개방형 혁신(open innovation)과 정부출연(연)의 대응에 대한 탐색적 접근. 한국기술혁신학회 학술대회, 26-45.

이정동·오동현(2012), 효율성 분석이론, 서울: 지필미디어.

이재설(2010), 우편집중국 효율성 분석, 경기: 한국학술정보(주).

이재창(2011), 인적자원관리의 심리학, 학지사.

이중만(2012), DEA 방법론 활용을 통한 국가 HRD사업에 대한 동태적 효율성 분석, 디지털정책연구 제10권 2호, pp.63-71.

이진용(2008), DEA 모형을 이용한 과학기술계 정부출연연구소 연구부서의 효율성 분석, 한양대학교 석사학

위 논문

- 이홍배·이상호(2000), DEA를 이용한 대학의 효율성 평가, 산경연구 제7권 1호, pp.1-2.
- 임인중(2014), 하이테크 산업에서 기술이전을 통한 사업화 성공요인에 관한 연구 : 전자부품연구원과 프로브 카드 회사의 협력 사례를 중심으로, 기술혁신학회지, 17(3), pp.490-518.
- 전성욱(2013), 정부출연연구기관 관리효율성에 미치는 영향요인 분석, 단국대학교 박사학위 논문.
- 조신(2013), 보상시스템 유형이 중국기업 구성원의 조직몰입에 미치는 영향에 관한 연구, 배재대학교 석사학위 논문.
- 진경미·윤병운(2012), DEA 모형을 이용한 국내 대학의 기술이전 효율성 분석, 한국산학기술학회지 제13권 6호, pp.2558-2569.
- 진홍운(2014), 공공부문의 기술사업화 동향, 정보통신방송정책 제26권 3호 통권 571호, pp.36-46.
- 한국과학기술기획평가원(2014), 2013년 국가연구개발사업 조사 분석 보고서.
- 한동성(2009), 대학 기술이전의 효율성에 관한 연구, 고려대학교 박사학위 논문.
- 홍성훈(2009). 지역 연구개발투자가 지식 창출 및 확산에 미치는 효과에 관한 연구. 한국지역경제연구, 14, pp.3-16.
- 현만석·유왕진(2008), DEA를 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 개선전략에 관한 연구, 건국대학교 대학원 박사논문.
- 황석원 외(2009), R&D 평가모형 및 성과측정 방법론 개발, 기술보증기금.
- 황석원(2009), 국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안, 과학기술정책연구원.
- Adams, J. D., Griliches, Z.(2000), Research Productivity in a System of Universities, in: Encaoua, D.(Ed.), *The Economics and Econometrics of Innovation*. Kluwer Academic Publishers.
- Anderson T. R., T. U. Daim, and F. F. Lavoie(2007), Measuring the Efficiency of University Technology Transfer, *Technovation*, Vol. 27, pp. 306-318.
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., and Thanassoulis, E.(1991), Applied Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol.52, No.1, pp.1-15.
- Banker, R. D.(1984), Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol.17, No.1, pp.35-44.
- Chapple, W., Lockett, A., Siege, D., Wright, M.(2005), Assessing the Relative Performance of U.K. University Technology Transfer Offices: Parametric and Non-parametric Evidence, *Research Policy*, Vol. 34, pp. 369-384.
- Craycraft, C.(1999), A Review of Statistical Techniques in Measuring Efficiency, *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 11(1), pp.19-27.
- Charnes, A.C. & E. Rhodes. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M, and Tone, K.(2006), Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition, New York: Springer.
- Cooke, P.(2001), Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy, *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.
- De Lancer, P. D.(1993), Data Envelopment Analysis: An Introduction. In Gerald, J. M. & Whicker, M.

- L. (eds.), *Handbook of Research Methods in Public Administration*. New York: Marcel Dekker.
- Ergas, H. (1987), Does technology policy matter?. *Technology and global industry: Companies and nations in the world economy*, pp.191-245.
- Farrell(1957), The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.120, No. 3, pp.253-290.
- Golany,B. and Roll,Y.(1989), An application procedure for DEA, *Omega*, 17(3), pp.237-250.
- Di Gregorio and Shane(2003), Why do some universities generate more start-ups than others?, *Research Policy*, vol.32(2), pp.209-227.
- Hsu, F. M. and Hsueh, C. C.(2009), Measuring Relative Efficiency of Government- sponsored R&D Projects: A Three-stage Approach, *Evaluation and Program Planning*, Vol.32, No.2, pp.178-186.
- Kim Y.H.(2011), The ivory tower approach to entrepreneurial linkage : productivity changes in university technology transfer, *Journal of Technology Transfer*, Vol.85 No.10.
- Kaoru Tone, MiKi Tsutsui(2010), Dynamic DEA: A slacks-based measure approach, *Omega* 38, pp.145-156.
- Koschatzky, K. (1993). Policies towards technology Based Companies in Regional Context. *NISTEP Workshop Paper*.
- Laredo, P. and P. Mustar(2004), Public Sector Research: a Growing Role in Innovation Systems, *Minerva*, 42, pp.11-27.
- Milkovich, G. T. & Newman, J. M.(1999), *Compensation*, New York: McGraw-Hill.
- OECD(2013), *Commercializing Public Research: New Trends and Strategies*.
- Ryan, R. M., Deci, E. L.(2000), Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary educational Psychology*, Vol. 25, pp. 54~67.
- Reddick, Christopher G.(2012). *Public Administration and Information Technology*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Seiford(2001), L.M., Data Envelopment Analysis : The Evolution of the State-of-the-Art(1978~1995, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 7, 1996, pp.99-138.
- Siegel, D. S. and P. H. Phan(2004), Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education, *Rensselaer Working Papers in Economics*, No. 0426.
- Sherman, H. D. and F. Gold(1985), Bank branch operating efficiency:Evaluation with data envelopment analysis, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 9, No. 2, pp.297-315.
- Senker, J. et al,(1999), European Comparison of Public Research System, *SPRU*, University of Sussex, Brighton.
- Serrano-Cinaca, C., Fuertes-Callen, Y., Mar-Molinero, C.(2005). Measuring DEA Efficiency in Internet Companies, *Decision Support Systems*, 38(4):557-573.
- Sun,D.B.(1988), Evaluation of managerial performance in large commercial banks by data envelopment analysis, Ph.D.Dissertation, The University of Texas at Austin.
- Thursby&Kemp(2002), Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing, *Research Policy*, Vol.31, pp109-124.
- Thursby&Thursby(2002), Who is selling the Ivory Tower? Source of Growth in University Licensing,

Management Science, Vol. 48, No. 1, pp. 90-104.

Wang, E. C. and Huang, W.(2007), Relative Efficiency of R&D Activities: A Cross-Country Study Accounting for Environmental Factors in the DEA Approach, *Research Policy*, Vol.36, No.2, pp.260-273.