

## 정부연구개발사업 협력유형별 효율성 분석 : DEA를 활용한 순수연구개발사업 중심으로

김홍영 (KISTEP)\*, 정선양(건국대)\*\*

### I. 서론

지식기반 경제사회가 가속화됨에 따라 세계 각국은 기술주도권 확보를 통한 국가경쟁력의 지속적인 우위를 확보하기 위해 기존의 생산요소에 더하여 산학연이 하나가 되는 국가혁신 시스템(NIS)을 주요 성장전략으로 추진하고 있다(송완흡, 2006). 성공적인 국가혁신시스템 구축을 위해서는 기업, 대학, 연구소 등 혁신주체들의 새로운 지식창출과 활용이 중요한 요소이며, 이러한 수행주체들은 서로 Triple Helix모형(Etzkowitz and Leydesdorff, 2000)처럼 유기적으로 연계되어 활동하여야 우수한 지식이 창출될 것이다. 산학연 협력은 내부역량을 강화시키고, 외부역량을 내부역량으로 흡수하기 위한 전략적 혁신경영인 개방형 혁신(Chesbrough, 2003)으로서 연구혁신주체의 성과향상을 위한 전략적 방법이라 할 수 있다. 또한, 협력에 의한 기술획득은 내부 연구역량을 대체보다는 새로운 외부기술을 내부로 이전하여 기존의 내부 기술을 보완하는 효과가 있기(Cohen and Levinthal, 1990) 때문에 우리나라에서도 공동연구 수행이 국가연구개발사업에서 중요한 정책으로 자리매김하였으며, 1960대 KIST가 설립되면서 출연연 중심으로 공동연구가 1990년대 후반이후 대학중심으로 활발히 추진되고 있다(염동기 외, 2013).

연구개발수행에서의 혁신주체간의 연계·협력할 수 있는 방법은 연구수행주체간의 협력에 의한 공동연구로 설명될 수 있는데, 최근 3년간('13~'15) 정부연구개발사업의 공동연구과제 수행건수가 연평균 39.7%(미래창조과학부·KISTEP, 2016)로 증가하고 있는 추세이며, 지식의 상호교류 및 보완, 기술 및 연구의 융합화 추세 등으로 산학연간의 공동연구의 중요성이 대두되고 있다. 이러한 산학연협력은 산학연이 주체가 되어 둘 이상이 일정한 목적을 달성하기 위하여 서로 협력 또는 협동하는 일련의 활동이라고 정의할 수 있으며, 협력의 유형에 따라 투입대비 연구생산성이 차이가 발생할 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 2013~2014년도에 정부연구개발사업으로 수행한 과제를 산학연 협력유형별로 분류하고, 각 유형별 투입(연구비, 인건비비중) 및 산출변수(SCI논문, 국내특허, 국외특허)를 활용하여, 비모수적 효율성 측정기법인 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA) 방법으로 각 협력유형별 효율성을 측정하고자 한다.

\* 김홍영, 한국과학기술기획평가원 연구위원, 02-589-2883, 010-6269-6498, kimhy@kistep.re.kr

\*\* 정선양(교신저자), 건국대 교수, 02-450-3117, 010-3235-1841, sychung@konkuk.ac.kr

국가연구개발사업에 대한 효율성 평가를 위해서 DEA 분석방법을 이용한 사례는 많이 보고되고 있으나, 정부연구개발사업 전체를 대상으로 한 협력유형에 대한 사례는 보고된 적이 없어 연구의 의의가 있다고 판단된다.

본 연구는 제2장에서 DEA의 이론적 배경과 연구개발(R&D)사업을 대상으로 DEA를 이용한 선행연구를 살펴보고, 제3장에서는 연구대상 및 방법, 제4장에서는 실증분석 결과를 살펴본 후, 제5장에서는 결론 및 연구한계를 제시하고자 한다.

## II. DEA의 이론적 배경 및 선행연구

연구개발사업을 평가하는 방법은 사업의 효과성을 평가하는 방법과 효율성을 평가하는 방법이 있다. 효과성은 연구결과가 최초 목표를 어느 정도 달성하였는지를 나타내며, 효율성은 투입된 자원이 얼마나 효율적으로 사용되었는가를 의미한다(이형진, 2015).

효율성이란 제품이나 서비스를 창출함에 있어 자원의 투입 정도를 의미하는 것으로 단위 제품이나 용역을 산출함에 있어 투입되는 자원의 양이 줄어든다면 효율적이라 할 수 있을 것이다. 즉, 산출량과 투입량의 비율을 기준으로 투입을 고정시키고 가장 많은 산출을 내거나 동일한 산출을 위해 투입을 최소화 하는 것이 효율성을 향상시키는 활동이라 할 수 있다(고대경 외, 2014).

효과성이란 어떤 조직이 자신이 추구하고자 하는 목표를 완벽하게 달성하였는지를 나타내는 것인데, 그 조직이 목표를 달성하였다고 하더라도 이에 투입된 자원의 양이 지나치게 많다면 그 조직은 효과적일 수는 있지만 효율적이라고 할 수는 없을 것이고, 하나의 조직이 상대적으로 최소의 자원을 투입하여 최대의 산출을 창출했지만 궁극적으로 자신의 조직이 추구하고자 하는 목표를 달성하지 못했다면 이 조직은 결국 효율적일 수는 있지만 효과적이라 하기에는 어렵다(고대경 외, 2014).

효과성은 단일조직이 추구하는 목표를 확인하는 것은 용이하나, 서로 다른 목표를 가지고 있는 유사조직간의 성과비교를 하기에는 한계가 있다. 이러한 유사조직간의 상대적인 효율성을 분석하기 위한 방법중에 하나가 DEA방법이다.

DEA방법은 Farrell(1957)의 상대적 효율성 개념<sup>1)</sup>을 Charnes et al.(1978)이 새로이 발전시켜, 이를 다수의 투입물과 다수의 산출물 사이의 비율모형으로 확장한 규모수익불변 DEA라는 비모수적측정법을 제시하면서 시작되었다. 규모수익불변(CRS) 모형은 규모에 대한 수익불변이라는 가정 하에 모형이 도출되기 때문에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 지니고 있다. 이러한 단점을 보완하여 Banker et al.(1984)가 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출요소를 생산하는 의사결정단위(decision making unit : DMU)의 효율성을 기술적 효율성과 규모의 경제 효과를 모두 고려한 규모수익가변(VRS: Variable Return to Scale) 모형을 제시하였다(이형진, 2015).

DEA 모형은 다수의 투입요소(input)를 사용하여 다수의 산출물(output)을 생산하는 DMU

1) Farrell(1957)은 기업(조직)의 효율성을 일정한 투입으로부터 최대의 산출을 얻는 조직의 능력을 반영하는 기술적 효율성(technical efficiency)과 투입요소가격 및 생산기술이 주어질 경우에 최적 비율로 투입요소를 활용하는 능력을 나타내는 가격효율성(price efficiency) 또는 배분적 효율성(allocative efficiency)으로 구분하여 효율성을 실증적으로 측정하는 연구를 시도하였다.

의 효율성을 평가하기 위한 모형이다(김성호 외, 2007). 일반적인 경제분석에서는 투입과 산출의 관계에 대해 특정한 형태의 생산함수를 가정하고 관측된 자료에 기초하여 이 생산함수의 모수를 추정한다. 그러나, DEA는 이러한 생산함수의 형태에 대해 가정을 하지 않고, 주어진 자료만으로 투입-산출의 생산관계를 비모수적으로 추정한다. 그렇기 때문에 분석자의 자의적인 판단에 따라 함수형태 설정의 오류를 피할 수 있다. 이러한 의미에서 DEA는 생산함수의 추정이 비모수적이라는 특징을 갖는다(박한석, 2014).

DMU들의 성과에 대한 보유 자료를 이용하여 경험효율면(Empirical Efficient Surface, ESS)을 도출하고 EES에 위치하는 DMU는 효율적인 DMU가 되고 그렇지 않은 경우에는 비효율적인 DMU가 된다. 이렇게 함으로써 비교대상그룹에서 관찰된 효율성이 높은 DMU를 기준으로 각 조직의 상대적인 효율성이 계산된다(고대경 외, 2014). 따라서, DEA는 비교가 가능한 DMU들의 상대적 효율성 평가를 위한 일종의 선형계획(Linear Programming, LP)방법이다.

DEA는 다수의 투입·산출요소를 동시에 분석모형에 포함시켜 분석하기 때문에 비교대상이 되는 벤치마킹 대상인 효율적 DMU와의 격차를 알 수 있도록 해 주며 계량모형이면서도 특정한 생산함수 형태를 가정하지 않기 때문에 다른 계량분석기법에 비해 비용 요소가 적은 공공부문 성과평가에 많이 활용되고 있다. 즉, DEA에서는 어떠한 통계적 가정이 필요 없으며, 주어진 자료만으로 생산관계를 추정하여 효율성을 계산한다. 따라서 분석하는 사람의 자의적인 판단이 개입될 여지가 상대적으로 적다(이정동 외, 2012).

이러한 분석효과 때문에 DEA를 이용하여 상대적 효율성을 평가하고, 비효율적인 요소를 찾고자 하는 연구들이 다양하게 보고되고 있으며, 국가연구개발사업 및 과제를 대상으로 DEA를 활용한 효율성 분석연구도 다양하게 진행되고 있다. <표 1>은 국가연구개발사업을 대상으로 효율성을 분석한 선행연구의 투입변수와 산출변수를 보여주고 있다. 대다수의 선행연구는 투입변수로 투입예산 및 인력, 산출변수로 논문, 특허, 기술료 등의 성과를 주로 활용하였다.

따라서, 본 연구에서도 선행연구에서 가장 많이 활용하고 있는 변수들을 활용하여 연구 과제 수행의 협력유형인 산학연 협력유형별로 DMU를 설정하고, DEA의 산출지향 BCC 모형을 활용하여 효율성을 측정하고, 협력유형에 따른 투입 및 산출에 대한 비효율적인 요소를 분석하고자 한다.

<표 1> DEA를 이용한 국가연구개발사업 효율성 분석 선행연구 및 변수

저자	투입변수				산출변수				
	R&D 투자	R&D 인력	R&D 기간	기타	논문	특허	인력/고용	기술확산/기술료	매출/실용화
김정호.박성배(2004)	○	○			○	○		○	
Lee et al. (2009)	○	○			○	○	○		
Hsu & Hsueh(2009)	○	○	○		○	○			○
김태희 외(2009)	○	○			○			○	
변상규.한정희(2009)	○	○			○	○		○	
김상민(2010)	○	○	○				○	○	○
박정희.문종범(2010)	○		○	○	○	○			○
박석중 외(2010)	○				○	○			

Chang(2011)	○	○			○				
김태희(2012)	○				○	○			
민현구 외(2012)	○	○	○		○	○			○
김홍규 외(2013)	○			○	○	○			○
박한석(2014)	○		○		○	○	○		
Lee & Cho(2014)	○	○	○		○	○			
BörjeJohansson et al.(2015)				○		○			
이성희 외(2015)	○	○			○	○		○	

주) 김홍영(2016)에서 재인용

### III. 연구 대상 및 방법

본 연구에서는 2013~2014년에 정부연구개발사업으로 수행된 과제중 순수연구개발사업을 분류하여 과제별 산학연협력유형을 분류하고, 주관기관별 유형에 따른 협력유형을 재분류하여 30개의 DMU를 확보하였다. 정부연구개발사업중에서 순수연구개발 유형만을 대상으로 한 이유는 과제수행의 목적이 유사한 사업을 대상으로 해야만, 투입 및 산출변수의 효율성에 대한 신뢰도가 높아질 것으로 판단했기 때문이다. 예를들면, 연구기반조성 유형의 경우는 시설장비, 인력양성 등을 사업으로 SCI논문, 국내외특허 등의 성과를 창출을 주목적으로 하는 사업이 아니기 때문에 상대적으로 비교대상이 될 수 없다고 판단했기 때문이다.

<표 2> 연구개발사업 유형

분류	정의
순수연구개발	새로운 지식을 창출하거나 제품 기술개발 등의 응용 개발연구 지원
연구기관지원	연구개발을 주목적으로 하는 대학, 국공립, 출연연구소 등 연구기관 지원
연구기반조성	시설 장비, 인력양성, 연구개발서비스 등 연구개발과 직접 관련된 지원
연구기획 관리	연구개발 기획 관리 활동과 관련된 사업
복합활동	순수연구개발, 연구기반조성 등 2개 이상의 대분류가 혼재된 사업

연구수행주체별 일반적으로 산업계, 학계, 연구계(출연연, 국공립연구소), 정부부처, 기타(연구조합, 학회 등)으로 구분되는데, 본 연구에서는 산업계<sup>2)</sup>는 대기업, 중견기업, 중소기업으로 세분화하였으며, 연구계는 출연연구소만을 대상으로 하였다. 연구계의 국공립연구소, 정부부처, 기타의 수행주체는 주관연구수행주체에서는 제외하였으나, 협력연구의 파트너에서는 포함하였다. 이는 동 주체분야가 주관연구수행주체로의 순수연구개발 유형의 연구를 전문적으로 수행하는 기관으로 보기에는 한계가 있지만, 협력(공동)연구기관으로서는 주관연구기관을 도와 연구를 진행하기 때문에 의미가 있다고 판단해서 협력(공동)연구기관으로 수행한 실적은 포함하였다. 연구수행주체별 협력유형은 <표 3>과 같다.

2) 산업계의 분류 기준은 자본금이나 종업원수에 따라 분류하는 기준을 적용한다.

<표 3> 연구수행주체별 협력유형

주관 연구기관	협력연구기관	협력 유형 (주관기관-협력기관)	주관 연구기관	협력연구기관	협력 유형 (주관기관-협력기관)
대기업	산업체	대기업-산업체	대학	산업체	대학-산업체
	대학	대기업-대학		대학	대학-대학
	연구소	대기업-연구소		연구소	대학-연구소
	기타	대기업-기타		기타	대학-기타
	대학-연구소	대기업-대학-연구소		대학-연구소	대학-산업체-연구소
	X	대기업 단독		X	대학 단독
중견기업	산업체	중견기업-산업체	출연연	산업체	출연연-산업체
	대학	중견기업-대학		대학	출연연-대학
	연구소	중견기업-연구소		연구소	출연연-연구소
	기타	중견기업-기타		기타	출연연-기타
	대학-연구소	중견기업-대학-연구소		대학-연구소	출연연-대학-산업체
	X	중견기업-단독		X	출연연 단독
중소기업	산업체	중소기업-산업체	5개 분야 30개 유형 (30개 DMU)		
	대학	중소기업-대학			
	연구소	중소기업-연구소			
	기타	중소기업-기타			
	대학-연구소	중소기업-대학-연구소			
	X	중소기업 단독			

선행연구에서 살펴본 바와 같이 연구개발활동의 투입요소로는 투입예산과 투입인력을 주로 활용하였다. 본 연구에서도 투입예산은 동일하게 활용하였으나, 연구인력은 총연구비에서 차지하는 인건비 비중을 활용하였다. 선행연구에서 활용한 참여연구원 수는 투입인력에 대한 전문성에 대한 가중치를 고려하지 않고 투입인력을 계량화된 수치로 반영한 것으로 투입인력의 경력, 전문성 등이 반영되지 않은 변수이다. 연구과제에 투입된 인력의 전문성을 계량화하여 반영할 지표는 어떠한 변수를 반영하더라도 절대적으로 신뢰할 수 있는 지표는 없을 것이다. 다만, 연구원의 전문성은 연구인력의 보수로 차등 지급될 것이고, 일반적으로 전문성이 높은 연구원이 높은 보수를 받을 가능성이 있다면, 이러한 보수를 연구비에 반영한 것이 인건비 총액이라고 할 수 있을 것이다. 연구비와 참여인력의 규모에 따라 연구성과의 차이가 있을 것이기 때문에 참여인력 규모를 파악할 수 있는 총연구비 대비 인건비비중을 투입인력 대신 활용하였다.

산출요소로는 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적 성과, 사회적 성과, 인프라 성과로 측정할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 직접적 성과 측면의 논문건수와 특허건수만을 활용하였는데, 논문은 SCI논문을, 특허는 국내외 출원 및 등록 건수를 모두 포함하여 분석하였다.

협력유형별 투입 및 산출변수는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)의 데이터를 활용하여 2013년, 2014년도의 자료를 확보하였다. DEA 분석대상 및 변수는 <표 4>와 같다.

<표 4> DEA 분석대상 및 변수

분석대상(DMU)	변수	대상기간	분석방법
연구수행주체별 협력유형	○ 투입변수 - 투입예산(정부+민간 총연구비)	2013년~2014년 (2년)	산출지향 BCC

(30개)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인건비비중(인건비총액/총연구비)</li> <li>○ 산출변수             <ul style="list-style-type: none"> <li>- SCI논문 건수</li> <li>- 국내특허(출원, 등록) 건수</li> <li>- 국외특허(출원, 등록) 건수</li> </ul> </li> </ul>		
-------	---	--	--

본 연구의 대상인 정부연구개발사업중 순수연구개발 유형으로 산학연에 2년간(2013~2014) 투자된 금액은 18조 334억으로 정부에서 13조 6,376억원을 투자하였고, 민간 및 지방 정부 등에서 4조 3,958억원을 투자하였다. SCI논문건수 36,061건, 국내특허 건수는 27,525건, 국외특허 건수는 4,587건이다. 대학이 주관기관으로 수행한 과제의 성과지표들이 높게 나타나고 있다. 연구수행주체별 투입 및 성과현황은 <표 5>와 같다.

협력유형별 투입변수와 산출변수에 대한 기술통계량은 <표 6>과 같은데, 주관연구기관 단독으로 수행한 과제가 상대적으로 많으며, 산업체는 대학과 출연연은 산업체와 상대적으로 협력을 많이 하는 것으로 분석되었다.

<표 5> 연구수행주체별 투입 및 성과현황(2013~2014)

주관 연구기관	연구비(억원)			인건비 비중(%)	SCI논문 (건수)	국내특허 (건수)	국외특허 (건수)
	정부연구비	민간연구비	총연구비				
대기업	10,859	16,766	27,625	0.18	380	1,822	389
중견기업	6,598	3,293	9,891	0.21	141	1,118	264
중소기업	30,562	14,716	45,278	0.34	439	4,077	534
대학	46,072	4,883	50,954	0.34	32,574	15,445	2,369
출연연	42,286	4,300	46,586	0.23	2,528	5,063	1,032
합계	136,376	43,958	180,334	0.28	36,061	27,525	4,587

<표 6> 협력유형별 투입변수 및 산출변수에 대한 기술통계량

협력 유형 (주관기관-협동기관)	투입변수		산출변수		
	총연구비(억원)	인건비 비중(%)	SCI논문 (건수)	국내특허 (건수)	국외특허 (건수)
대기업-산업체	2,502	0.28	13	124	24
대기업-대학	3,884	0.31	138	590	118
대기업-연구소	2,282	0.25	15	193	19
대기업-기타	97	0.31	3	9	0
대기업-대학-연구소	14,389	0.12	128	583	172
대기업 단독	4,471	0.14	82	324	56
대학-산업체	3,505	0.40	375	860	114
대학-대학	911	0.36	161	247	19
대학-연구소	519	0.30	52	89	9
대학-기타	313	0.25	44	39	2
대학-산업체-연구소	1,433	0.35	182	243	40
대학 단독	44,273	0.33	31,758	13,968	2,187
중견기업-산업체	839	0.30	2	96	4
중견기업-대학	1,762	0.27	38	302	76
중견기업-연구소	935	0.23	7	101	23
중견기업-기타	167	0.23	4	19	1
중견기업-대학-연구소	2,091	0.26	48	301	55

중견기업-단독	4,098	0.15	41	300	105
중소기업-산업체	4,596	0.34	4	400	69
중소기업-대학	8,121	0.36	110	940	134
중소기업-연구소	2,874	0.34	20	275	27
중소기업-기타	1,469	0.34	8	75	9
중소기업-대학-연구소	4,970	0.31	96	522	58
중소기업-단독	23,247	0.33	201	1,865	237
출연연-산업체	4,188	0.36	85	557	131
출연연-대학	1,256	0.33	117	250	54
출연연-연구소	237	0.22	1	10	4
출연연-기타	281	0.23	18	37	2
출연연-대학-산업체	6,266	0.40	319	1,159	263
출연연-단독	34,358	0.18	1,988	3,050	579
합계	180,334	0.28	36,061	27,525	4,587

DEA 연구에서 있어서 연구모형의 선정은 중요한 사항인데, 기존 선행연구에서는 대다수 산출기반의 DEA 모형(변상규 외, 2009; 황석원 외, 2009; 김홍규 외, 2013; 박한석, 2014; 이형진, 2015; 김홍영, 2016)을 활용하였다. 이는 연구개발사업의 효율성 개선 목적이 연구비 투자규모를 줄이는 것보다 성과를 극대화하는 것에 있다고 볼 수 있기 때문이다(이성희, 2015). 따라서, 본 연구에서는 산출지향 BCC 모형을 활용하여 효율성을 측정하였다.

#### IV. 분석결과

본 연구는 DEA 분석방법중에 산출지향형 BCC 모형을 활용하여 정부연구개발사업중 순수연구개발유형으로 2년간(2013~2014) 수행한 과제의 R&D 효율성을 협력유형별로 구분하여 측정하였다. BCC 모형은 특정시점에서의 효율성을 나타내는 것으로 2년간의 투입요소 대비 성과의 효율성을 30개 협력유형별에 대하여 상대적으로 보여주는 것이다.

효율성 분석결과, 대기업이 주관연구기관인 협력유형에서는 대기업 단독, 대기업-기타, 대기업-대학-연구소의 협력유형에서 효율성이 높은 것으로 분석되었으나, 산업체와 연구소와의 협력유형은 효율성은 매우 낮아 개선이 필요한 것으로 판단된다. 중견기업인 경우는 중견기업 단독, 중견기업-기타의 협력유형에서 효율성이 높고, 대기업과 마찬가지로 산업체와 연구소와의 협력유형은 효율성이 낮은 것으로 나타났으며, 산학연 협력유형에서도 낮은 효율성을 보이고 있다. 중소기업은 전반적으로 효율성이 낮은 것으로 분석되었는데, 연구소와의 협력에서만 50%를 넘는 효율성을 보여주고 있다. 이는 중소기업이 논문, 특허 등의 성과 창출보다로 프로세스 개선 등의 생산성 향상을 지향하기 때문으로 판단된다.

대학이 주관연구기관인 경우는 대학 단독으로 연구하는 경우에 효율성이 높았고, 출연연은 타 연구소와 협력하는 경우에 효율성이 높았으며, 그 다음으로는 대학과 협력하는 경우에 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

전반적으로 주관연구기관 단독으로 연구를 수행하는 경우에는 효율성이 높았으며, 협력기관이 대학인 경우에 상대적으로 효율성이 높은 것으로 분석되었다. 산업체가 주관연구기관인 경우는 독립적으로 연구를 수행하는 경우에 효율성이 높은 반면, 다른 기업과의 협력연구에서는 상대적으로 낮은 효율성을 보이고 있으며, 대학은 독립적으로 연구하거나, 대학과

의 협력에서는 효율성이 높은 반면, 기업, 연구소와의 협력유형에서는 상대적으로 낮은 효율성을 보이고 있다. 출연연은 상대적으로 기업과의 협력에서 효율성이 낮은 것으로 분석되었으나, 최근 출연연 정책이 기업연계과제 수행을 적극적으로 지원하는 방향으로 추진되고 있으므로 향후 효율성이 개선될 여지가 있을 것으로 판단된다. 산출지향 BCC 분석결과는 <표 7>와 같다.

<표 7> 협력유형별 DEA 효율성 분석 결과

협력 유형 (주관기관-협동기관)	산출지향 BCC	협력 유형 (주관기관-협동기관)	산출지향 BCC
<b>대기업 단독</b>	<b>100.0</b>	<b>대학 단독</b>	<b>100.0</b>
<b>대기업-기타</b>	<b>100.0</b>	대학-기타	57.2
대기업-대학	63.0	대학-대학	93.0
<b>대기업-대학-연구소</b>	<b>100.0</b>	대학-산업체	79.3
대기업-산업체	20.3	대학-산업체-연구소	59.7
대기업-연구소	27.9	대학-연구소	63.0
<b>중견기업-기타</b>	<b>100.0</b>	출연연-기타	66.9
<b>중견기업-단독</b>	<b>100.0</b>	출연연-단독	75.7
중견기업-대학	93.6	출연연-대학	93.8
중견기업-대학-연구소	56.7	출연연-대학-산업체	86.0
중견기업-산업체	39.6	출연연-산업체	64.5
중견기업-연구소	58.9	<b>출연연-연구소</b>	<b>100.0</b>
중소기업-기타	17.0	평균	65.81
중소기업-단독	25.5		
중소기업-대학	36.9		
중소기업-대학-연구소	33.7		
중소기업-산업체	31.0		
중소기업-연구소	31.0		

#### IV. 결론 및 연구의 한계

본 연구는 정부연구개발사업중 순수연구개발유형으로 2년간(2013~2014) 수행한 연구과제를 30개의 협력유형별로 분류하여 DEA의 산출지향형 BCC 모형을 활용하여 R&D 효율성을 측정하였다.

효율성 분석결과 대기업 단독, 대기업-기타, 대기업-대학-연구소, 중견기업 단독, 중견기업-기타, 대학단독, 출연연-연구소 유형이 효율성이 상대적으로 높은 것으로 측정되었다. 전반적으로 대기업이 주관하는 연구과제의 효율성이 높게 나타났으며, 중소기업이 주관하는 연구과제는 상대적으로 효율성이 낮게 나타났다. 또한 대학이 협력연구기관으로 참여하는 과제가 전반적으로 높은 효율성을 보이고 있다.

대부분의 R&D협력은 협력주체별로 상호간의 이해관계가 맞고 동일한 목표를 달성하기 위해 상호간에 협력할 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위한 R&D협력은 상호간의 잦은 교류를 필요로 하고, 협력파트너 간에 상호 지식의 공유가 필요하다(전중양·정선양, 2014). 분석결과 주관연구기관 단독으로 수행하는 경우에 효율성이 높게 나타났다는 것은 아직도 산학연 협력연구에서 개방형 혁신에 입각한 상호교류 및 지식공유가 이루어지고 있지 않다는



것을 보여주고 있는 것이다. 또한, 연구수행주체별로 협력연구 파트너에 따라 성과의 효율성이 차이가 있다는 것은 향후 산학연 협력연구 정책에서 협력유형별로 차별적 정책을 적용할 필요성이 있다는 시사점을 제공하고 있는 것이다.

본 연구는 정부연구개발사업중 순수연구개발유형의 과제를 2년간의 데이터를 확보하여 분석하였으나, 시계열 자료를 확보 곤란으로 연구성과에 대한 시차(time-leg)효과를 반영하지 못하였고, 성과의 중요한 변수인 경제적성과(기술료, 매출액기여도 등)을 반영하지 못한 한계점이 있다. 또한, 과제의 성격을 세분화하지 않아서, 연구과제의 유형에 따른 성과차이에 대한 분석을 못하였는데, 이 부분은 향후 연구에서 추가적으로 분석할 예정이다.

## [참고문헌]

- 미래창조과학부·KISTEP (2016), 「2015년도 국가연구개발사업 조사·분석보고서」, 서울: KISTEP.
- 국가과학기술심의회, (2009), 「국가연구개발 분류체계 개선방안」, 서울: KISTEP.
- 고대경·우수한·강효원 (2014), “DEA를 활용한 해운·물류 기업의 경영성과에 관한 연구”, 『Journal of Korea Port Economic Association』, Vol.30, No.02, 2014, 93-112.
- 김성호·최태성·이동원 (2007), 『효율성 분석 이론과 활용』, 서울경제경영
- 김홍영·정선양 (2016), “DEA를 이용한 정부R&D 과학기술인력양성사업 효율성 분석”, 『한국기술혁신학회 추계학술대회 논문집』
- 김홍규·강원진·박정희·여인국 (2013), “DEA를 이용한 R&D 사업의 효율성 비교: 원천기술개발사업을 중심으로”, 『산업경영시스템학회지』, 제36권, 제3호, pp. 126-132.
- 박만희 (2008), 『효율성과 생산성 분석』, 경기도: 한국학술정보(주).
- 박한석 (2014), 『DEA 모형을 활용한 BT 및 NT분야 연구개발 효율성 측정: 한국의 기초연구사업을 대상으로』, 성균관대학교 대학원, 박사학위논문.
- 변상규·한정희 (2009), “국가 R&D 사업 효율성 연구 : 신성장 동력 핵심기술개발사업을 중심으로”, 『과학기술법연구』, 제15권, 제2호, pp. 179-206.
- 염동기·신현대 (2013), “자료포락분석(DEA)을 이용한 산학협력단의 상대적 효율성 평가”, 『행정논총』, 제51권, 제1호, pp. 293-319.
- 이성희·김태수·이학연 (2015), “DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구개발사업화 동태적 효율성 분석”, 『경영과학』, 제32권, 제4호, pp. 193-207.
- 이정동·오동현 (2012), 『효율성 분석이론-DEA 자료포락분석법』, 서울: 지필미디어
- 이형진 (2015), 『국방핵심기술 R&D사업의 효율성 분석에 관한 연구: DEA 확장모형을 중심으로』, 건국대학교 대학원, 박사학위논문.
- 전중양·정선양 (2014), “대기업과 중소기업의 R&D 협력에 관한 사례연구”, 『Korea Business Review』, 18(3), pp. 171-193.
- 황석원·안두현·최승현·권성훈·천동필·김아름·박종혜 (2009), 『국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안』, 서울: 과학기술정책연구원.
- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984), “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, Management Science, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978), “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 429-444.
- Chesbrough, H. (2003), “Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology”, Harvard Business School Press, Boston.
- Cohen, W. M. and D. A. Levinthal (1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation,” Administrative Science Quarterly, 35(1), pp. 128-152.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L., (2000), “The Dynamics of Innovation: From National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations”, Research Policy, 29(2), pp. 109-123.
- Farrell, M. J. (1957), “The measurement of productive efficiency”, Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 120, No. 3, pp. 253-290.