

DEA를 이용한 정부R&D 과학기술인력양성사업 효율성 분석

김홍영*·최문영**·이형진***·정선양****

I. 서론

지식경제기반의 사회에서 미래성장동력을 창출하기 위해서는 미래지향적 인재인 과학기술인력의 육성이 중요한 정책적 수단이며, 이를 위한 실행방법으로서는 과학기술인력양성사업의 추진이 필수적이다. 정부는 과학기술인력을 양성하기 위하여 '04년 “국가과학기술경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법” 제정하고, 과학기술인력양성에 대한 기본계획을 수립하여 과학기술인력양성에 대한 정책을 수립하고 예산을 확대해 오고 있다. 10여년이 지난 현재 과학기술인력양성 사업은 부처별로 다양하게 추진¹⁾되고 있으며, R&D와 연계하여 예산이 증가하고 있는 추세이다.

투자의 효율성을 높이기 위해서는 다양한 부처에서 다양한 형태로 추진되고 있는 과학기술인력양성사업에 대한 정책적인 성과분석 및 평가가 필요하며, 투자의 효율성을 측정하여 예산배분·조정 등에 반영하여 투자의 효율성을 제고할 필요가 있다. 성과평가는 계량서지학적 방법(bibliometric method)을 활용하여 논문, 특허, 기술료 등의 산출지표를 가지고 평가하는 경우가 가장 많이 활용되고 있으나, 투입측면에서의 효율성 측정을 위해서 비모수적 효율성 측정기법인 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA) 방법을 활용하는 사례가 다양하게 보고되고 있다.

국가연구개발사업에 대한 효율성 평가를 위해서 DEA 분석방법을 이용한 사례도 많이 보고되고 있는데, 과학기술인력양성사업에 대한 사례는 보고된 적이 없다. 따라서, 본 연구에서는 과학기술인력양성사업 중에 사업유형이 HRD, R&D유형인 사업을 대상으로 DMU를 설정하여 상대적인 효율성을 측정하고자 한다.

본 연구는 제2장에서 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. DEA를 이용한 연구개발사업 효율성분석 선행연구

DEA 모형은 다수의 투입요소(input)를 사용하여 다수의 산출물(output)을 생산하는 의사결정단위(decision making unit : DMU)의 효율성을 평가하기 위한 모형이다(김성호 외, 2007). 일반적인 회귀분석(Regression analysis)에서는 생산함수를 추정하기 위해서 잔차의 분포에 대해 특정한 통계적 가정을 도입한다. 그러나 DEA에서는 이 잔차에 대해 어떠한 통계적 가정이 필요 없으며, 주어진 자료만으로 생산관계를 추정하여 효율성을 계산한다. 따라서 분석하는 사람의 자의적인 판단이 개입될 여지가 상대적으로 적다. 이러한 의미에서 DEA는 비통계적이라는 속성을 가진다(이정동 외, 2012). 일반적인 경제분석에서는 투입과 산출의 관계에 대해 특정한 형태의 생산함수를 가정하고 관측된

* 김홍영, 한국과학기술기획평가원 연구위원, 02-589-2883, kimhy@kistep.re.kr

** 최문영, 건국대학교 기술경영학과 박사과정, 010-2030-0827, mychoi@kr

*** 이형진, 방위사업청 사무관, 02-2079-6816, hj249@korea.kr

**** 정선양, 건국대학교 MOT밀리스쿨 기술경영학과 교수(교신저자), 02-450-3117, sychung@konkuk.ac.kr

1) 「제3차 과학기술인재 육성·기본계획(‘16~’20) ‘16년 시행계획」에 따르면 ‘16년도에 16개 중앙부처 및 16개 지자체에서 285개 세부사업으로 4조 9,270억원을 투자할 계획이다.

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).

이러한 장점 때문에 DEA를 이용하여 상대적 효율성을 평가하여 사업의 효율성 향상을 위한 정책적인 제안을 연구한 선행연구가 다양하게 보고되고 있다. 국가연구개발사업을 대상으로 연구한 선행 연구는 다양한 사업 및 과제를 대상으로 DEA를 통해 효율성을 분석하였는데, <표 1>과 같이 투입 변수로 투입예산 및 인력, 산출변수로 논문, 특허, 기술료 등의 성과를 주로 활용하여 연구를 진행하였다.

<표 1> DEA를 이용한 국가연구개발사업 효율성 분석 선행연구

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)	○		○	○	○	○			○
박석종 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) 이형진(2015)에서 보완·재수정

또한 방법론 활용에서도 DEA 분석기법중에 CCR, BCC, WINDOW, TWO-STAGE 분석기법 등의 다양한 모형을 활용하여 연구하였다. 다양한 DEA 모형을 활용하였지만, 결론적으로는 대다수의 선행연구들은 국가연구개발사업의 투입 및 산출에 대한 비효율적인 요소를 분석하고, 한정된 국가연구개발예산의 효율적 투자배분 및 성과향상을 위한 정책적 제언을 하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 정부연구개발사업중 과학기술인력양성을 목적으로 하는 사업을 분류하여 사업의 투입 및 산출변수를 분석하고, DEA의 산출지향 CCR·BCC 모형과 WINDOW 모형을 활용하여 효율성을 측정하고, 과학기술인력양성사업의 투입 및 산출에 대한 비효율적인 요소를 분석하여 정부연구개발예산의 효율적 투자배분에 대한 정책적 제언을 하고자 한다.

III. 연구 대상 및 방법

2015년 정부연구개발사업에서 과학기술인력양성을 목적으로 하고 있는 세부사업은 59개²⁾ 사업이

다. 본 연구에서는 59개 사업중에서 2010~2013년에 계속사업으로 추진된 사업으로 국가과학기술 지식정보서비스(NTIS)를 활용하여 산출변수인 논문·특허를 확보할 수 있는 16개 사업을 대상으로 하였다. 과학기술인력양성사업은 HRD, R&D, HRD와 R&D혼합, 인프라로 유형을 구분³⁾할 수 있는데, 16개 사업중에서는 HRD유형 사업 5개, R&D유형 사업 11개로 분류될 수 있다(김홍영, 2015). DEA 분석대상 및 변수는 <표 2>과 같다.

<표 2> DEA 분석대상 및 변수

분석대상(DMU)	변수	대상기간	분석방법
16개 인력양성 사업 - R&D유형 11개 - HRD유형 5개	투입변수 : 투입예산 산출변수 : SCI논문 건수, 국내 외 특허 ⁴⁾	2010년~2013년 (4년)	산출지향 CCR-BCC WINDOW

연구개발활동의 투입요소로는 투자예산과 투입인력을 말하고, 산출요소로는 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적 성과, 사회적 성과, 인프라 성과로 측정할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 투입변수로 총 R&D투자금액, 산출변수로 과학적·기술적 성과인 논문·특허를 활용하여 분석할 것이다. 인력양성사업의 특성상 투입변수로 투입인력을 변수로 활용하여야 하나, 본 연구에서 활용할 변수를 수집할 NTIS에서 확보가능한 투입인력에 대한 신뢰할 만한 데이터가 존재하지 않고, 직접 조사하기에는 한계가 있어 투입인력을 투입변수로 고려하지 않았으며, 인력양성사업의 중요성과인 인력양성 배출수도 마찬가지로 이유로 산출변수에서 제외하였다.

본 연구의 대상인 16개 사업의 4년간(2010~2013) 투자금액은 사업당 평균 726억원이며, 사업당 SCI논문건수 평균은 512건, 사업당 국내외 특허 건수 평균은 94건이다. R&D유형의 평균 투입예산이 HRD유형보다 상대적으로 많이 투자되고 있으며, 논문 및 특허의 성과도 우수한 것으로 보인다. 이는 R&D유형이 연구역량 강화를 목적으로 하는 사업으로 교육보다는 기초연구위주로 지원되는 사업이라서 논문 성과가 상대적으로 높게 나타나고 있는 것으로 보인다. 16개 사업의 투입변수 및 산출변수에 대한 기술통계량은 <표 3>와 같다.

2) 2015년 정부연구개발사업은 738개사업에 18.9조원의 예산을 투자하였으며, 사업수는 738개사업이다. 정보의 한계로 미래창조과학부에서 예산배분·조정하는 384개 세부사업에서 인력양성과 관련된 연구개발을 수행하는 사업을 조사한 결과 59개 사업에서 과학기술인력양성과 관련된 연구활동을 수행하고 있는 것으로 조사되었다(김홍영, 2015).

3) 김홍영(2015)은 과학기술인력양성사업을 HRD, R&D, 혼합, 인프라로 구분하였는데 그 개념은 ①HRD형은 인력양성을 주목적으로 하는 사업으로 인력, 또는 관련 조직에 대한 금전적인 지원, 인력양성을 위한 교육환경 개선, 기관의 교육역량 강화를 목적으로 하는 사업 ②R&D형은 그 대상을 개인 중심으로 하며, 연구수행에 따른 개인의 연구역량 확대를 그 목적으로 하는 사업 ③혼합형은 HRD형과 R&D형의 혼합으로 그 대상은 조직단위를 중심으로 하며, 교육과정에서 연구 참여기회를 토대로 한 교육효과의 질적 제고, 그리고 이종 분야 간 학습기회 및 연구 정보 공유 확대를 통한 연구자의 연구역량 강화 등을 그 목적으로 하는 사업 ④인프라형은 기관/시설 지원, 과학기술문화, 산학연 연계, 정보체계 구축, 제도개선 등을 목적으로 하는 사업이다.

4) 국내외 특허 변수는 국내출원/등록건수와 해외 출원/등록건수에 가중하여 합산하였다. 국내출원/등록은 가중치 0.3(출원 0.3, 등록 0.7) 국외 출원/등록은 가중치를 0.7(출원 0.3, 등록 0.7)을 두었다.

<표 3> DEA 분석 대상사업별 투입 및 산출변수 기술통계량

	사업명	유형구분	투입예산 (백만원)	SCI논문 건수	국내외 특허
1	기초연구기반구축(교육부)	R&D유형	42,984	468.9	66.4
2	의과학자육성지원	HRD유형	1,800	7.7	0.0
3	일반연구자지원	R&D유형	370,769	2,438.0	296.5
4	지역기초연구활성화(교육부)	R&D유형	42,408	83.0	42.5
5	농림축산식품연구센터지원	R&D유형	3,000	17.9	2.1
6	국제연구인력교류	R&D유형	14,908	149.1	2.9
7	대학중심핵융합기초연구및인력양성지원 사업	R&D유형	6,025	40.1	1.4
8	정보통신기술인력양성	HRD유형	82,200	471.3	399.7
9	산업전문인력역량강화	HRD유형	68,469	61.7	14.3
10	에너지인력양성(기금)	HRD유형	24,905	113.9	10.0
11	에너지인력양성(예특)	HRD유형	13,736	39.5	3.9
12	중견연구자지원	R&D유형	293,899	2,235.8	389.4
13	리더연구자지원	R&D유형	52,970	309.2	65.2
14	선도연구센터	R&D유형	106,676	1,516.2	175.6
15	기초연구실	R&D유형	15,875	119.8	16.2
16	글로벌연구실	R&D유형	20,353	127.3	19.5
	R&D유형 평균	11개	88,170	682	98
	HRD유형 평균	5개	38,222	139	86
	전체 평균	16개	72,561	512	94

DEA 분석에 있어 가장 중요한 의사결정은 DEA 모형 중 가장 적합한 분석모형을 선택하는 것이다. Charnes et al.(1978)이 제시한 최초의 DEA 모형인 CCR 모형은 규모의 수익 불변(constant returns to scale : CRS)을 가정하는 반면, Banker et al.(1984)은 규모의 수익 가변(variable returns to scale : VRS)을 가정하는 BCC 모형을 제시하였다. 또한 DEA 모형은 효율성 개선 목적에 따라 주어진 산출수준에서 투입을 최소화 하는 투입지향(input-oriented) 모형과 주어진 투입수준에서 산출을 최대화 하는 것을 목적으로 하는 산출지향(output-oriented) 모형으로 구분될 수 있다. DEA 연구에서 있어서 투입지향 및 산출지향 모형을 선정하는 일은 모든 연구자에게 고민되는 사항이다(이형진, 2015). 연구개발사업에 대한 효율성 평가는 한정된 예산내에서 성과를 어떻게 극대화 할 것인지가 정책결정자의 중요한 관심사임은 분명하다. 따라서 대다수의 R&D에 대한 DEA 모형은 산출기반의 DEA 모형을 적용하였다(변상규 외, 2009; 황석원 외, 2009; 김홍규 외, 2013; 박한석, 2014; 이형진, 2015). 이는 연구개발사업의 효율성 개선 목적이 연구비 투자규모를 줄이는 것보다 성과를 극대화하는 것에 있다고 볼 수 있기(이성희, 2015) 때문이다. 본 연구에서는 산출지향 CCR 모형과 BCC 모형을 활용하여 효율성을 측정하였다.

DEA에서는 DMU별 투입·산출자료가 기간(년, 분기 등)별로 주어진 경우 기간별 효율성 점수로도 전체 시계열 관점에서 효율성의 흐름을 개략적으로 파악할 수 있지만, 단위 DMU별로 특정 기

간의 효율성 점수를 다른 기간의 효율성과 직접적으로 비교하기에는 무리가 있다. 따라서 단위 DMU의 효율성 상승 또는 하락과 같은 변화추이나 효율성 변동의 안정성을 비교할 수 있는 WINDOW 분석(Charnes et al., 1985)을 추가적으로 하였다.

IV. 분석결과

1. 산출지향 CCR·BCC분석

먼저 CCR·BCC 모형을 활용하여 16개 과학기술인력양성사업에 대한 4년간(2010~2013)의 R&D 효율성을 측정하였다. CCR·BCC 모형은 특정시점에서의 효율성을 나타내는 것으로 4년간의 투입예산 대비 성과의 효율성을 16개 사업간에 상대적으로 보여주는 것이다. CCR 모형에서는 2개사업(정보통신기술인력양성, 선도연구센터)이 효율성이 높은 것으로 분석되었고, BCC모형에서는 5개사업(의과학자육성지원, 일반연구자지원, 정보통신기술인력양성, 중견연구자지원, 선도연구센터)이 효율성이 높은 것으로 분석되었으며, 전반적으로 HRD유형이 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 분석되었다. R&D유형은 전반적으로 HRD유형보다는 높은 효율성이 있는 것으로 보이는데, 이러한 결과는 HRD유형은 교육 위주로 운영되고, R&D유형은 과학기술적 성과가 많이 나오는 기초과학분야에 주로 투자되기 때문으로 해석된다. 산출지향 CCR·BCC 분석결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> CCR·BCC 분석 결과

	유형구분	산출지향 CCR	산출지향 BCC
기초연구기반구축(교육부)	R&D유형	80.70%	82.3%
의과학자육성지원	HRD유형	30.10%	100.0%
일반연구자지원	R&D유형	46.80%	100.0%
지역기초연구활성화(교육부)	R&D유형	24.80%	25.2%
농림축산식품 연구센터지원	R&D유형	42.10%	77.4%
국제연구인력교류	R&D유형	70.40%	76.0%
대학중심핵융합기초연구 및 인력양성 지원사업	R&D유형	46.80%	58.6%
정보통신기술인력양성	HRD유형	100.00%	100.0%
산업전문인력역량강화	HRD유형	7.80%	7.9%
에너지인력양성(기금)	HRD유형	32.20%	33.5%
에너지인력양성(예특)	HRD유형	20.20%	22.0%
중견연구자지원	R&D유형	59.80%	100.0%
리더연구자지원	R&D유형	49.00%	49.6%
선도연구센터	R&D유형	100.00%	100.0%
기초연구실	R&D유형	55.20%	59.7%
글로벌연구실	R&D유형	47.30%	50.1%
Average		65.14%	65.14%

2. WINDOW 분석 결과

WINDOW⁵⁾ 분석방법은 동일한 DMU가 기간에 따라 성과가 어떻게 변화하는지를 평가할 때 유용한 접근방법(문경주, 2009)이므로 연구개발사업에 매년 투자된 예산이 시간이 지나면서 성과가 어떻게 변화하는지를 파악하기에 적당한 분석방법이다. WINDOW 분석방법을 이용한 16개 사업

5) WINDOW 분석에서 윈도우라는 명칭을 사용한 것은 의사결정단위(DMU, 본 연구에서는 인력양성사업 단위)간 효율성 비교하는 경우에 다수 기간의 수개의 창(Window)으로 분할하여 겹치도록 구성하는 것에서 비롯된 것이며, 창 분할 및 창 겹침에 대해서는 투입요소와 산출요소의 기본적인 관계가 변화하지 않는다면 서로 다른 기간에 속한 DMU들을 준거집단으로 하여 개별적인 DMU를 평가할 수 있다(이광배·모수원(2013)).

의 효율성을 분석하기 위하여 예산의 효율적 사용을 위한 투입기준으로 분석하였으며, WINDOW 폭6)은 2로 설정하였다. 16개 과학기술인력양성사업 중 가장 효율성이 좋은 사업은 정보통신기술 인력양성사업으로 2010~2013년간 효율성은 87.3%로 가장 높았고, 그 다음으로는 선도연구센터사업이 83.92%로 효율성이 높게 나타났다. HRD유형의 사업인 산업전문인력역량강화사업은 2010~2013년간 효율성이 7.33%로 가장 낮았으며, 에너지인력양성(에특)사업과 의과학자육성지원사업도 각각 14.29%, 16.67%로 낮게 나타났다. 특히 의과학자육성지원사업은 2010~2012년까지의 성과가 없다가 2013년에 성과가 발생하여 2013년의 효율성이 높은 것으로 나타나고 있다. <표 5>는 WINDOW분석 결과이다.

전반적으로 HRD유형은 효율성이 낮은 것으로 분석되었는데, 이것은 산출변수가 SCI논문, 국내외 특허 출원/등록 건수로 상대적으로 R&D유형보다는 낮은 과학적 성과와 기술적 성과로 인한 것으로 해석된다. 산출변수에 인력양성 수가 포함된다면 다른 결과가 나올 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 인력양성 수에 대한 데이터가 확보된 사업수가 적어서 인력양성 수 지표를 적용하지 못한 한계가 있다.

<표 5> WINDOW 분석 결과

	2010	2011	2012	2013	평균	전체 평균
기초연구기반 구축(교육부)	0.547882	0.799438			0.67366	69.62%
		0.566214	0.675078		0.620646	
			0.861087	0.727628	0.794358	
의과학자육성 지원	0	0			0	16.67%
		0	0		0	
			0	1	0.5	
일반연구자지원	0.263216	0.504129			0.383673	40.23%
		0.355192	0.396633		0.375913	
			0.483399	0.410979	0.447189	
지역기초연구 활성화(교육부)	0.15304	0.124683			0.138862	22.25%
		0.120745	0.137153		0.128949	
			0.209631	0.589981	0.399806	
농림축산식품 연구센터지원	0.42136	0.42136			0.42136	29.73%
		0.313301	0.029318		0.17131	
			0.047713	0.55064	0.299176	
국제연구인력 교류	0.156487	0.223683			0.190085	43.92%
		0.141663	1		0.570831	
			0.965851	0.147741	0.556796	
대학중심핵융합기 초연구 및 인력양성 지원사업	0.462793	0.500307			0.48155	35.24%
		0.287882	0.302217		0.29505	
			0.341277	0.220239	0.280758	
정보통신기술 인력양성	0.63148	1			0.81574	87.30%
		1	0.606569		0.803284	
			1	1	1	
산업전문인력 역량강화	0.023059	0.120116			0.071588	7.33%
		0.094034	0.061004		0.077519	
			0.082968	0.058508	0.070738	
에너지인력양성 (기금)	0.005724	0.363996			0.18486	25.99%
		0.246801	0.305549		0.276175	
			0.359865	0.277429	0.318647	

6) 윈도우 폭 = $p = \begin{cases} \frac{k+1}{2} & k(\text{분석기간}) : \text{홀수} \\ \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} & k(\text{분석기간}) : \text{짝수} \end{cases}$

* 출처 : 박만희(2008)

Session 6 기술정책 II

	2010	2011	2012	2013	평균	전체 평균
에너지인력양성 (에특)	0.018706	0.144938			0.081822	14.29%
		0.116658	0.163117		0.139888	
			0.180311	0.233371	0.206841	
중견연구자지원	0.607994	0.525983			0.566989	49.55%
		0.393196	0.388174		0.390685	
			0.502044	0.555378	0.528711	
리더연구자지원	0.418975	0.447095			0.433035	40.67%
		0.338979	0.329013		0.333996	
			0.43292	0.473398	0.453159	
선도연구센터	1	0.950816			0.975408	83.92%
		0.672665	0.705972		0.689318	
			0.859529	0.846003	0.852766	
기초연구실	0.24328	0.471954			0.357617	44.04%
		0.335444	0.453718		0.394581	
			0.546569	0.591429	0.568999	
글로벌연구실	0.390179	0.43194			0.41106	39.80%
		0.324499	0.375045		0.349772	
			0.46343	0.403139	0.433284	
Average	0.334011	0.385554	0.414536	0.505366		40.65%

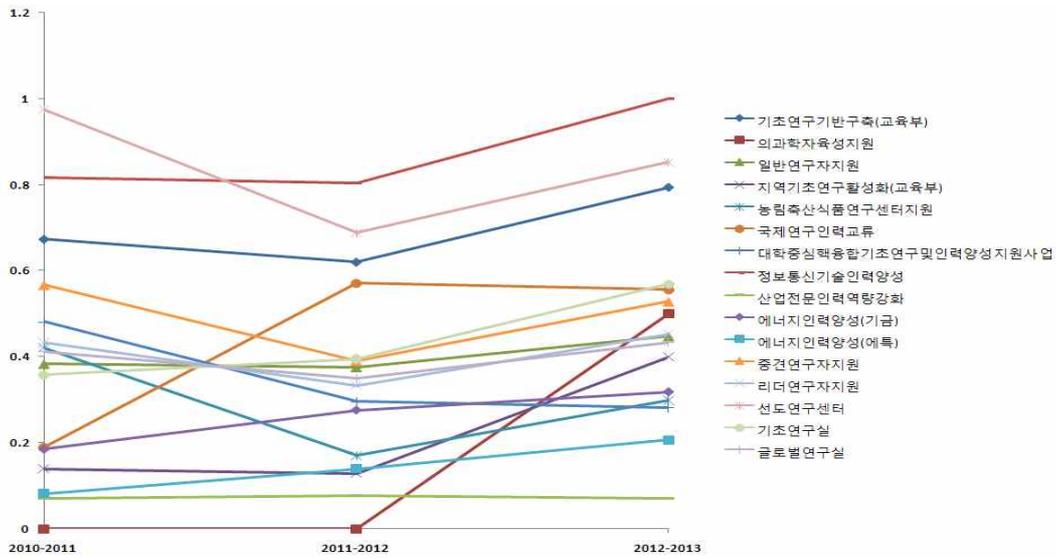
3. WINDOW 행관점 분석 결과

WINDOW 분석의 행관점에서 분석해 보았는데, 행관점 분석은 동일한 데이터집합에 대해서 윈도우별 추세와 형태를 파악할 수 있으며, 안정적(steady)인지 혹은 불안정적 형태(unstable)를 보이는지 여부를 판단할 수 있는 분석방법(박만희, 2008)으로 연도별 효율성의 개선여부를 확인할 수 있는 분석 방법이다.

WINDOW 분석의 행관점에서 보면, 전체적인 효율성 측면에서 정보통신기술인력양성사업이 효율성도 가장 높았으며, 연도별 효율성도 개선되고 있다. 선도연구센터사업은 2010~2011년의 효율성이 높았지만, 2011~2012년 효율성이 다소 떨어졌다가, 2012~2013년은 효율성이 개선되고 있음을 알 수 있다. 16개 사업이 전반적으로 2011~2012년에는 효율성이 감소하다가 2012~2013년에는 효율성이 개선되고 있는 것으로 나타나고 있다. <표 6>은 WINDOW 행관점 분석 결과이다.

<표 6> WINDOW 행관점 분석 결과

	2010-2011	2011-2012	2012-2013
기초연구기반구축	0.67366	0.620646	0.794358
의과학자육성지원	0	0	0.5
일반연구자지원	0.383673	0.375913	0.447189
지역기초연구활성화(교육부)	0.138862	0.128949	0.399806
농림축산식품연구센터지원	0.42136	0.17131	0.299176
국제연구인력교류	0.190085	0.570831	0.556796
대학중심핵융합기초연구 및 인력양성지원사업	0.48155	0.29505	0.280758
정보통신기술인력양성	0.81574	0.803284	1
산업전문인력역량강화	0.071588	0.077519	0.070738
에너지인력양성(기금)	0.18486	0.276175	0.318647
에너지인력양성(에특)	0.081822	0.139888	0.206841
중견연구자지원	0.566989	0.390685	0.528711
리더연구자지원	0.433035	0.333996	0.453159
선도연구센터	0.975408	0.689318	0.852766
기초연구실	0.357617	0.394581	0.568999
글로벌연구실	0.41106	0.349772	0.433284



[그림 1] WINDOW 행관점 분석 결과

IV. 결론 및 연구의 한계

본 연구는 과학기술인력양성사업 중에 연구성과가 시계열적으로 확보가 가능한 세부사업 단위에서 DEA의 CCR, BCC, WINDOW, WINDOW 행관점 분석방법을 활용하여 16개 과학기술인력양성 사업의 효율성을 분석해 보았다. 분석결과 CCR분석에서는 정보통신기술인력양성 등 2개 사업의 효율성이 높게 나왔고, BCC 분석에서는 선도연구센터사업 등 5개 사업이 효율성이 높게 나타나고 있다. WINDOW분석에서는 정보통신기술인력양성사업(87.3%), 선도연구센터사업(83.92%)의 효율성이 높게 나왔고, WINDOW 행관점 분석에서는 16개 사업이 전반적으로 2011~2012년에는 효율성이 감소하다가 2012~2013년에는 효율성이 개선되고 있는 것으로 나타나고 있다.

전체적으로 정보통신기술인력양성사업(HRD유형)을 제외하고는 R&D유형의 사업이 효율성이 높게 나타나고 있고, HRD유형의 사업은 산업전문인력역량강화사업이 가장 낮은 효율성으로 보이는 등 상대적으로 효율성이 낮게 나타나고 있다.

본 연구는 일부의 과학기술인력양성사업이지만 효율적 프론티어로부터 얼마나 떨어져 있는지를 확인해 보기 위해 DEA를 이용하여 상대적 효율성을 분석한 것이다. DEA CCR·BCC 분석은 산출지향 기준으로 효율성을 측정하였으므로 효율성이 낮은 사업은 효율성이 높은 사업을 벤치마킹하여 성과를 향상시킬 수 있는 개선방안을 마련하여야 것이다. 또한 WINDOW분석에서는 투입기준으로 효율성을 측정하였으므로 효율성이 낮은 사업은 예산조정을 통하여 효율성 개선을 위한 조치가 필요할 것이다.

본 연구는 과학기술인력양성사업을 대상으로 효율성을 분석하였으나, 인력양성의 중요한 변수인 투입인력 및 인력양성 수에 대한 변수를 데이터 수집 및 신뢰성 문제로 활용하지 못한 한계가 있다. 향후 연구에서는 인력양성과 직접적으로 관련된 변수를 추가적으로 포함해서 효율성을 측정하면 더 효과적인 분석결과를 확인할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- 김성호·최태성·이동원(2007), 『효율성 분석 이론과 활용』, 서울경제경영
- 김홍영(2015), 『과학기술인력양성 정부연구개발사업 구조 개선방안』, 한국과학기술기획평가원
- 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.
- 이정동·오동현(2012), 『효율성 분석이론』, 서울: (주)서울문고
- 이형진(2015), 『국방핵심기술 R&D사업의 효율성 분석에 관한 연구: DEA 확장모형을 중심으로』, 건국대학교 대학원, 박사학위논문.
- 황석원·안두현·최승현·권성훈·천동필·김아름·박종혜(2009), 『국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안』, 서울: 과학기술정책연구원.
- 김정호·박성배(2004), “국가지정연구실의 기술분야별, 연구주체별 R&D 효율성 비교 분석”, 『과학기술정책지』, 제14권, 제2호, pp. 21-35.
- 김태희(2012), “국가연구개발사업을 통한 국제공동연구 성과 제고 방안에 대한 연구: 기초 및 원천 분야를 중심으로”, 『기술혁신학회지』, 제15권, 제2호, pp. 400-420
- 김태희·김인호·안성봉·이계석(2009), “자료포락분석법을 활용한 국가연구개발사업의 효율성 분석: 원자력연구개발사업을 중심으로”, 『기술혁신학회지』, 제12권, 제1호, pp. 70-87.
- 김홍규·강원진·박정희·여인국(2013), “DEA를 이용한 R&D 사업의 효율성 비교: 원천기술개발 사업을 중심으로”, 『산업경영시스템학회지』, 제36권, 제3호, pp. 126-132.
- 문경주(2009). “공공도서관의 효율성 측정과 평가: 부산지역 21개 공공도서관을 중심으로”, 『한국사회와 행정연구』, 제20권 제2호, 59-92.
- 민현구·김태영·황승준(2012), “개방형 혁신에 의한 R&D 연구의 효율성 평가 분석: 과학기술적 성과 관점에서 AHP-DEA방법론 적용”, 『산업경영시스템학회지』, 제35권, 제4호, pp. 149-161
- 박석중·김경화·정상기(2010), “과학기술적 성과 관점에서 정부 R&D사업 효율성 분석에 관한 연구”, 『한국기술혁신학회 추계학술대회 논문집』, pp. 120-130.
- 박정희·문종범(2010), “DEA를 이용한 지역산업기술개발사업의 효율성 분석”, 『산업경제연구』, 제23권, 제4호, pp. 2047-2068.
- 변상규·한정희(2009), “국가 R&D 사업 효율성 연구 : 신성장 동력 핵심기술개발사업을 중심으로”, 『과학기술법연구』, 제15권, 제2호, pp. 179-206.
- 이광배·모수원(2013), “우리나라 지역연구개발투자의 생산성과 동태적 효율성”, 『산업경제연구』 제26권 제1호, pp.333-345.
- 이성희·김태수·이학연(2015), “DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구개발 사업화 동태적 효율성 분석”, 『경영과학』, 제32권, 제4호, pp. 193-207.
- 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., Golany, B., Seiford, L., Stutz, J.,(1985) “Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions”, *Journal of Econometrics*, Vol. 30, Issues 1 - 2, pp. 91-107
- 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.
- 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, pp. 178-286.
- Lee, H.Y., Park, Y.T. and Choi, H.G. (2009), “Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives: a DEA approach”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 196, pp. 847-855.