

Comparing Efficiencies of R&D Projects Using DEA : Focused on Core Technology Development Project

Heung-Kyu Kim*[†] · Won-Jin Kang** · Jung-Hee Park*** · In-Kuk Yeo****

*School of Business Administration, Dankook University

**Management of Technology Division, TECHNOVALUE

***Division of Technology Commercialization, Korea Institute for Advancement of Technology

****Division of Technology Planning, Korea Institute for Advancement of Technology

DEA를 이용한 R&D 사업의 효율성 비교 : 원천기술개발사업을 중심으로

김흥규*[†] · 강원진** · 박정희*** · 여인국****

*단국대학교 경영학부

**기술과가치 MoT본부

***한국산업기술진흥원 기술사업화단

****한국산업기술진흥원 기술전략단

In this paper, efficiencies of core technology development projects, conducted by Ministry of Trade, Industry and Energy, are compared. In the process, DEA (Data Envelopment Analysis) is utilized as a main technique for comparing efficiencies. For DEA, input oriented BCC Model is adopted with government grant, recipient expenditure, the number of participating institutions, and project duration as input factors, and the number of patents, the number of papers, and occurred sales as output factors. As a result, next generation mobile communication project turns out to be the most efficient project of all. Therefore, next generation mobile communication project should be benchmarked for the other projects to follow. However, these results should be used only for reference data since every project has a different objective and, of course, is run under a different environment.

Keywords : DEA, Core Technology Development Project, Efficiency

1. 서 론

산업기술 R&D 예산의 지속적인 증가 및 비중 확대에 따라 투자효율성 제고 및 성과관리에 대한 중요성이 증대되고 있으나, 현행 성과관리는 단편적 지표중심의 성과분석이라는 지적을 받고 있다[11].

이에 따라 산업기술 R&D 사업의 성과분석 및 성과평가를 강화하고, 그 결과를 토대로 R&D 사업 및 예산조정, 사업운영 개선 등 선순환 구조정착을 도모할 필요가 있다.

본 연구의 목적은 산업통상자원부 R&D 사업 중 융합원천기술개발사업인 ‘신재생에너지’, ‘원자력’, 그리고 ‘전력산업’과 산업원천기술개발사업인 ‘차세대 이동통신’, ‘정보통신’, ‘제조기반’, 그리고 ‘로봇’을 대상으로 효율성분석을 실시하는 것이다. 한편, 융합원천기술개발사업 중 신재생에너지 사업은 예산의 원천 따라 에특기금(이하 에특)과

전력기금(이하 전력)의 2개 사업으로 구분한다.

본 연구의 대상인 8개 사업을 간략히 소개하면 다음과 같다.

먼저, 신재생에너지(에특)는 신재생에너지 기술경쟁력 확보 및 신성장동력산업으로 육성하기 위해 바이오, 폐기물, 지열, 태양열 등 열에너지 분야의 기술개발을 지원하는 사업이다.

다음으로 신재생에너지(전력)는 신재생에너지 기술경쟁력 확보 및 신성장동력산업으로 육성하기 위해 태양광, 풍력, 수소연료전지 등 전기에너지 분야의 기술개발을 지원하는 사업이다.

다음으로 원자력은 원전선진화, 원전설비성능향상, 원자력환경관리 등 기술개발을 통해 원전의 안전성을 확보하고, 핵심원천기술 자립 및 한국형 원전의 글로벌 경쟁력 강화를 통해 원자력발전 산업을 신성장동력으로 육성하고자 하는 사업이다.

다음으로 전력산업은 신성장동력 확보차원 및 기후변화 대응차원에서 수화력 분야 및 스마트그리드 분야 기술개발을 지원하는 사업이다.

산업원천기술개발사업 중 차세대 이동통신은 이동통신 및 BcN의 핵심 원천기술과 국제표준 IPR 확보를 위한 산업융합원천기술 개발을 지원하여 성장잠재력을 확충하고자 하는 목적으로 수행되는 사업이다.

다음으로 정보통신은 홈네트워크/정보가전 분야 및 디지털TV/방송 분야의 플랫폼 등 기술개발을 지원하여 성장잠재력을 확충하고자 하는 목적으로 수행되는 사업이다.

다음으로 제조기반은 국내 수출주력산업의 기반인 제조기반 분야 경쟁력 확보를 위해 생산시스템분야 및 생산기반 분야 핵심·원천기술개발을 지원하는 사업이다.

마지막으로 로봇은 로봇 분야 부품·원천기술 및 융합제품기술개발을 지원하여 산업경쟁력 제고, 미래 신산업육성 등의 목적으로 수행되는 사업이다.

각 사업의 효율성을 비교하기 위해서는 먼저 개별 사업을 구성하는 R&D 프로젝트의 투입요소와 산출요소를 체계적으로 분류한 다음, 이에 관한 실증분석을 실시할 필요가 있다. 이 때 비모수적 접근방법으로서 복수의 투입요소와 복수의 산출요소를 갖는 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 DMU) 사이의 상대적 효율성을 평가하는데 유용한 방법인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, 이하 DEA)을 이용할 수 있다.

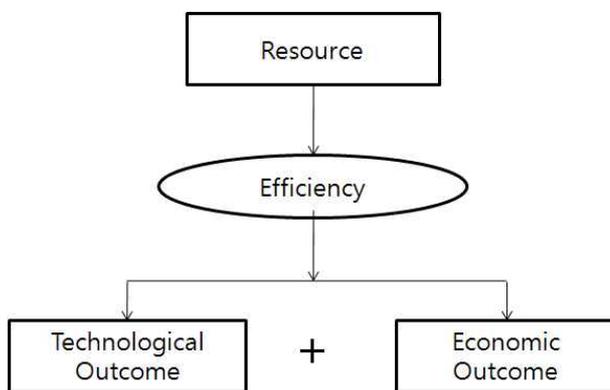
R&D 프로젝트의 효율성 비교를 위하여 DEA를 이용한 사례로는, 군용차량에 장착되는 정보통신시스템의 설계·설치와 관련된 엔지니어링 프로젝트의 평가[6], 정부 R&D 프로젝트의 산출, 결과, 그리고 효과와 같은 단계적인 성과창출과정의 평가[10], 정부지원 110개 R&D 프로젝트의 성과평가[7], 공공연구기관의 기술이전 효율성분석[8], 반도체

회사의 R&D 부문의 성과평가[3] 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 DEA를 이용하여 전술한 산업자원통상부 8개 R&D 사업의 효율성을 비교하고자 한다. 이를 통하여 향후 산업기술 R&D 사업의 효율성 향상을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

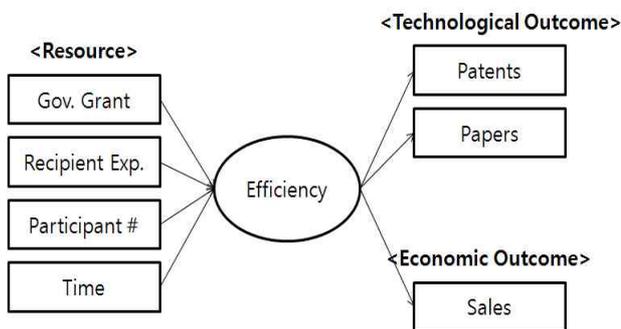
2. 분석자료

본 연구에서는 <Figure 1>에 나타난 바와 같이 DMU, 즉 R&D 프로젝트의 성과창출 과정에서 자원투입을 통해 얻게 되는 기술적 산출과 경제적 산출 관련 효율성을 측정한다.



<Figure 1> Input-Output Transformation

성과평가를 위한 자료구조는 <Figure 2>에 나타난 바와 같이 4개의 투입요소, 즉 정부출연금(단위 : 백만 원), 민간부담금(단위 : 백만 원), 참여기관수(단위 : 개), 그리고 사업수행기간(단위 : 년), 기술적 산출요소 2개, 즉 특허성과(국내외 출원·등록 가중치 적용 자체 평가)와 논문성과(국내외 가중치 적용 자체 평가), 그리고 경제적 산출요소 1개, 즉 발생매출액(단위 : 백만 원), 총 3개의 산출요소로 구성된다.



<Figure 2> Performance Evaluation Structure

본 연구에서는 산업자원통상부 R&D 사업에 대해 최근 5개년도(2007~2011년)에 종료된 R&D 프로젝트를 분석의 대상으로 하며, 이를 위하여 에너지기술평가원, 한국산업기술평가관리원 등 전담기관이 보유하고 있는 성과자료를 기본으로 검증 및 추가조사를 실시한다. 그 결과 최종 성과분석에 이용될 8개 사업 R&D 프로젝트 907개에 관한 자료를 확보한다. 이는 <Table 1>에 나타낸 바와 같다.

<Table 1> R&D Projects

Project	Frequency (Unit : #)	Relative Frequency (Unit : %)
Renewable Energy (Energy)	79	9
Renewable Energy (Electricity)	161	18
Atomic Power	97	11
Electricity Industry	369	41
Next Generation Mobile Telecom.	21	2
Information and Com.	86	9
Manuf.	60	7
Robot	34	4
Total	907	100

한편, 8개 사업 R&D 프로젝트 907개에 관한 자료로부터 각 사업별 R&D 프로젝트의 투입요소와 산출요소 각각의 평균을 계산한 결과는 <Table 2>에 나타낸 바와 같다.

<Table 2>로부터 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

먼저 신재생에너지(에텍)의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 논문성과가 매우 적고, 발생매출액도 적다.

다음으로 신재생에너지(전력)의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 논문성과가 매우 적고, 발생매출액도 다소 적다.

다음으로 원자력의 경우 투입요소, 이 중 참여기관수가 매우 적고 이에 비하여 논문성과가 매우 적고, 발생매출액도 적다.

다음으로 전력산업의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 발생매출액이 매우 적다.

다음으로 차세대 이동통신의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 논문성과가 매우 많은 반면, 발생매출액은 매우 적다.

다음으로 정보통신의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 논문성과가 많고, 발생매출액은 매우 많다.

다음으로 제조기반의 경우 투입요소에 비하여 특허성과가 매우 적고, 발생매출액도 적다.

마지막으로 로봇의 경우 투입요소에 비하여 발생매출

<Table 2> Resource and Outcome

Project	Resource				Outcome		
	Gov. Grant	Part. Exp.	Part. #	Time	Pat.	Pap.	Sales
Renewable Energy (Energy)	1,067	470	3.2	2.7	0.4	0.9	917
Renewable Energy (Electricity)	3,161	2,156	4.1	2.8	1.1	2.5	4,903
Atomic Power	2,592	1,954	2.8	2.8	3.0	2.2	2,465
Electricity Industry	1,204	1,296	3.2	2.8	0.7	2.0	300
Next Generation Mobile Telecom.	6,460	2,660	4.4	4.0	22.9	19.2	1,476
Information and Com.	2,132	1,199	6.5	3.0	7.3	5.4	556,712
Manuf.	1,494	695	6.8	3.7	0.4	2.9	1,600
Robot	3,917	1,856	15.7	4.9	4.7	5.5	10,485
Total	2,019	1,451	4.4	3.0	2.3	2.9	54,655

액이 다소 적은 한편, 투입요소 중 참여기관수와 사업수행기간이 매우 많다.

3. 분석 모형

DEA는 1978년 CCR 모형을 시작으로 1984년 BCC 모형을 포함한 관련 논문 발표 이후 여러 분야의 효율성 비교에 이용되고 있다[1, 2].

DEA는 동일한 목적을 가지고 운영되는 동일한 다수 산출요소/다수투입요소 자료구조를 갖는 '집합경쟁체군'을 대상으로 각 개체, 즉 DMU의 상대적 효율성을 평가하는 방법이다.

DEA에 관한 개괄적인 설명은 다음과 같다[5].

먼저 생산가능집합(produccible set)의 가장 바깥쪽 경계인 생산변경(production frontier)에 있는 관측점은 효율적인 상태에 있다고 하는데, 이는 다시 강효율적인(strongly efficient) 점과 약효율적인(weakly efficient) 점으로 구분한다.

강효율적인 점은 생산변경에 존재하면서 더 이상 투입을 줄이거나 산출을 늘릴 여지가 없는 상태를 나타내는

반면, 약효율적인 점은 생산변경에 존재하지만 단 하나의 산출물이라도 늘리거나 단 하나의 투입물이라도 줄일 수 있는 여지가 있는 상태를 나타낸다.

그리고 생산변경에 없는 점은 비효율적인(inefficient) 상태에 있다고 하고, 이 점과 생산변경과의 거리로 비효율성의 정도를 측정한다. 여기서 비효율성의 정도는 산출을 고정시킨 채 투입이 생산변경까지 떨어져 있는 정도, 즉 투입기준으로, 혹은 투입을 고정시킨 채 산출이 생산변경까지 떨어져 있는 정도, 즉 산출기준으로 측정할 수 있다.

즉, 회귀분석과 같은 전형적인 통계분석 방법론이 자료의 집중화 경향을 찾는 것과는 다르게 DEA는 자료의 외곽적인 표면, 즉 생산변경을 찾는 것으로 이해할 수 있다. 다시 말해서 통계분석은 자료의 중심으로부터 각 측정치의 상대적 위치를 파악하는 반면, DEA는 생산변경으로부터 각 측정치의 상대적 위치를 파악한다.

DEA는 투입기준 혹은 산출기준, 그리고 불변규모수익(CCR) 혹은 가변규모수익(BCC)의 가정에 따라 몇 가지 모형으로 구분되나, 본 연구에서는 투입기준 BCC 모형을 이용하여 각 DMU의 상대적 효율성을 평가하고자 한다.

여기서 산출기준모형이 아니고 투입기준모형을 선택한 이유는 정부에서는 정부지원금과 같은 투입요소는 통제할 수 있으나, 산출요소는 통제할 수 없기 때문이다. 그리고 가변규모수익의 가정을 선택한 이유는 대상 R&D 프로젝트의 성격상 임의의 관측치를 원점방향으로 축소하거나, 이 관측치 방향으로 원점에서 확장되는 모든 점이 생산가능하다는 불변규모수익의 가정, 즉 해당 R&D 프로젝트에서 10명의 연구원으로 10건의 특허나 논문이 산출된다고 해서 1명의 연구원으로 1건의 특허나 논문이 산출되거나, 100명의 연구원으로 100건의 특허나 논문이 산출되는 가정이 성립되지 않는다고 판단되기 때문이다.

따라서 투입기준 BCC 모형은 모든 관측치로부터 자유가처분성(free disposability)과 볼록성(convexity)만을 만족하도록 생산변경을 구성한 다음 분석대상 관측치와 생산변경과의 거리로써 분석대상의 상대적 효율성을 평가하는 방법이라고 할 수 있다. 여기서 자유가처분성이란 어떤 투입과 산출이 생산 가능한 조합일 때, 그 보다 많은 투입이나 적은 산출을 가진 투입산출조합 또한 생산 가능함을 의미한다. 그리고 볼록성이란 어떤 두 개의 투입산출조합이 생산가능하다면, 두 관측치의 선형으로 조합된 내분점 역시 생산 가능함을 의미한다.

지금까지 설명한 투입기준 BCC 모형을 식으로 나타내면 다음과 같다.

먼저 M 개의 투입요소와 N 개의 산출요소를 갖는 J 개의 관측치가 있다고 할 때 자유가처분성을 만족하는 생산가능집합은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$(x_1, \dots, x_M, y_1, \dots, y_N) | \begin{aligned} x_m &\geq x_m^j \quad (m=1, 2, \dots, M), \\ y_n &\leq y_n^j \quad (n=1, 2, \dots, N), \\ &(j=1, 2, \dots, J) \end{aligned}$$

자유가처분성을 만족하는 생산가능집합에 볼록성의 가정을 추가하면 다음과 같은 가변규모수익을 만족하는 생산가능집합을 얻게 된다.

$$(x_1, \dots, x_M, y_1, \dots, y_N) | \begin{aligned} x_m &\geq \sum_{j=1}^M x_m^j \lambda^j \quad (m=1, 2, \dots, M), \\ y_n &\leq \sum_{j=1}^N y_n^j \lambda^j \quad (n=1, 2, \dots, N), \\ \sum_{j=1}^J \lambda^j &= 1, \lambda^j \geq 0, \quad (j=1, 2, \dots, J) \end{aligned}$$

이 때 k 번째 관측치가 생산가능집합에 속한다는 가정 하에 이 관측치의 효율성 척도는 산출을 고정시킨 채 투입을 최대 줄일 수 있는 비율로 표현되는데, 이를 선형계획모형(Linear Programming Model)으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta^k \\ \text{s.t.} \quad & \theta^k x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \quad (m=1, 2, \dots, M) \\ & y_n^k \leq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \quad (n=1, 2, \dots, N) \\ & \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \\ & \lambda^j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, J) \end{aligned}$$

따라서 투입기준 BCC 모형은 다음과 같은 특징을 갖고 있음을 알 수 있다.

먼저 제약식의 부등호는 평가대상인 k 번째 관측치가 투입을 줄인다고 하더라도 생산가능집합에 여전히 포함되어 있어야 한다.

다음으로 생산가능집합을 벗어나지 않는 범위에서 투입을 최대한 줄이는 것을 목적으로 한다. 즉, 투입을 가장 많이 줄였을 때 원래 투입량과 줄어든 투입량의 비율 θ^k 를 효율성 척도로서 간주한다.

마지막으로 효율성 척도 θ^k 는 0과 1사이의 값을 갖는다. 즉, 효율성 척도가 1에 가까워질수록 관측치가 생산변경에 더 가깝다는 것을 의미하고, 1일 경우 생산변경상에 있음을 의미한다.

한편, 약효율적인 점은 효율성 척도 θ^k 가 1이지만 추가적으로 투입요소를 줄이거나 산출요소를 늘리거나 할

여지가 있는데 이 추가적인 개선여지를 여유분(slack)이라고 하며, 이를 탐색하기 위한 선형계획모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \max \quad & \left(\sum_{m=1}^M s_m^- + \sum_{n=1}^N s_n^+ \right) \\ \text{s.t.} \quad & \theta^k x_m^k = \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M) \\ & y_n^k = \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j - s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N) \\ & \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \\ & \lambda^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J) \\ & s_m^- \geq 0 \quad (m = 1, 2, \dots, M) \\ & s_n^+ \geq 0 \quad (n = 1, 2, \dots, N) \end{aligned}$$

따라서 k번째 관측치가 더 효율적으로 되기 위해서는 각각의 투입요소를 효율성 척도 θ^k 만큼 동일한 비율대로 줄인 다음 투입을 여유분 s_m^- 만큼 더 줄이고, 산출을 여유분 s_n^+ 만큼 더 늘여야 한다.

$$(x_m^k, y_n^k) \rightarrow (\theta^k x_m^k, y_n^k) \rightarrow (\theta^k x_m^k - s_m^-, y_n^k + s_n^+)$$

4. 분석 결과

본 연구에서는 8개 사업을 구성하는 R&D 프로젝트 907개를 이용하여 생산변경을 구하고, 개별 R&D 프로젝트의 효율성을 계산한 후 사업별로 효율성에 차이가 있는지를 분석하였다. 이 때 통계분석용 컴퓨터 언어인 R v.2.8을 이용하여 투입기준 BCC 모형을 풀 다음, SPSS v.18.0k를 이용하여 통계분석을 실시한다.

투입기준 BCC 모형을 이용하여 907개 R&D 프로젝트 각각의 효율성 척도를 계산한 다음, 이를 사업별로 집계한 결과는 <Table 3>과 <Figure 3>에 나타낸 바와 같다.

<Table 3>과 <Figure 3>으로부터 원자력, 전력산업, 그리고 차세대 이동통신의 경우는 효율성 척도의 평균이 전체 평균보다 크며, 신재생에너지(에텍)와 정보통신의 경우는 효율성 척도의 평균이 전체 평균과 유사하며, 그리고 신재생에너지(전력), 제조기반, 그리고 로봇의 경우는 효율성 척도의 평균이 전체 평균보다 작음을 알 수 있다.

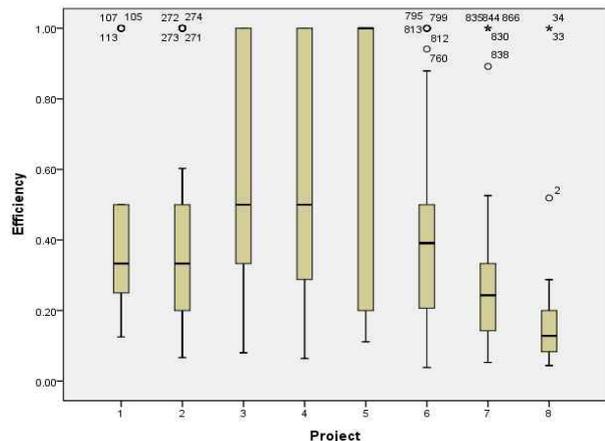
한편, 사업별로 평균적인 R&D 프로젝트의 투입요소와 산출요소의 추가적인 개선여지를 나타내는 여유분은 <Table 4>에 나타낸 바와 같다.

<Table 4>로부터 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

먼저 신재생에너지(에텍)를 구성하는 평균적인 R&D

<Table 3> Efficiency

Project	Efficiency	Min.	Max.	Avg.	Std.
Renewable Energy (Energy) (i = 1)		0.13	1.00	0.42	0.24
Renewable Energy (Electricity) (i = 2)		0.07	1.00	0.39	0.26
Atomic Power (i = 3)		0.08	1.00	0.57	0.31
Electricity Industry (i = 4)		0.06	1.00	0.54	0.32
Next Generation Mobile Telecom. (i = 5)		0.11	1.00	0.72	0.39
Information & Com. (i = 6)		0.04	1.00	0.43	0.27
Manuf. (i = 7)		0.05	1.00	0.30	0.25
Robot (i = 8)		0.04	1.00	0.20	0.22
Total		0.04	1.00	0.47	0.31



<Figure 3> Efficiency

프로젝트에 해당하는 강효율적인 점은 정부출연금은 그 프로젝트의 95%보다도 129 더 적게, 민간부담금은 66 더 적게, 참여기관수는 현재와 같이, 그리고 사업수행기간은 0.2 더 적게 투입하면서, 특허성과는 그 프로젝트보다 2.2 더 많이, 논문성과는 0.2 더 많이, 그리고 발생매출액은 2,606 더 많이 산출함을 알 수 있다.

이와 마찬가지로 방법으로 다른 사업을 구성하는 평균적인

<Table 4> Slack

Project	Resource Slack s_m^-				Outcome Slack s_m^+		
	Gov. Grant	Part. Exp.	Part. #	Time	Tech.		Econ.
					Pat.	Pap.	Sales
Renewable Energy (Energy) (i = 1)	129	66	0.0	0.2	2.2	0.2	2,606
Renewable Energy (Electricity) (i = 2)	482	381	0.1	0.1	2.3	0.2	2,475
Atomic Power (i = 3)	730	861	0.0	0.3	2.6	0.7	3,530
Electricity Industry (i = 4)	237	481	0.0	0.3	2.4	0.2	2,784
Next Generation Mobile Telecom. (i = 5)	1,525	838	0.0	0.2	0.3	2.5	1,876
Information and Com. (i = 6)	194	240	0.4	0.1	1.4	0.5	1,748
Manuf. (i = 7)	82	54	0.3	0.1	1.9	0.1	1,576
Robot (i = 8)	688	308	0.7	0.1	0.5	0.1	943
Total	356	419	0.1	0.2	2.1	0.3	2,525

R&D 프로젝트에 해당하는 강효율적인 점을 구할 수 있다.

한편, <Table 5>에 나타난 바와 같이 사업별 효율성 척도는 정규분포를 따른다고 가정하기에는 무리가 있어 일반적인 통계분석방법인 분산분석(Analysis of Variance)을 이용하여 사업별 차이를 살펴보는 것은 적절치 않다[4].

따라서 연속확률분포의 가정만이 요구되는 Kruskal-Wallis 검정통계량을 이용하여 사업별로 효율성 척도의 차이가 없다는 귀무가설을 검정한 결과, <Table 6>에 나타난 바와 같이 어떠한 유의수준 하에서도 귀무가설을 기각할 수 있다[9].

<Table 6>으로부터 사업별 R&D 프로젝트의 효율성은 차세대 이동통신, 원자력, 전력산업, 신재생에너지(에트), 정보통신, 신재생에너지(전력), 제조기반, 그리고 로봇의 순이라고 할 수 있다.

이는 차세대 이동통신의 경우 투입요소에 비하여 특허 성과와 논문성과가 많아서 높은 효율성이 도출되고, 원자력의 경우 투입요소 중 참여기관수가 매우 작아서 높은

<Table 5> Normality Test

Project	Test Result	Shapiro-Wilk		
		Statistic	d.f.	p-value
Renewable Energy (Energy) (i = 1)	0.792738	79	3.5E-09	
Renewable Energy (Electricity) (i = 2)	0.816273	161	5.95E-13	
Atomic Power (i = 3)	0.831664	97	3.91E-09	
Electricity Industry (i = 4)	0.825107	369	1E-19	
Next Generation Mobile Telecom. (i = 5)	0.660779	21	9.28E-06	
Information & Com. (i = 6)	0.902439	86	8E-06	
Manuf. (i = 7)	0.683304	60	4.29E-10	
Robot (i = 8)	0.579811	34	1.09E-08	

<Table 6> Kruskal-Wallis Test

Project	Test Result	Case #	Avg. Rank	Kruskal-Wallis Statistic
Renewable Energy (Energy) (i = 1)	79	433.67	$h = 125.10,$ $d.f. = 7,$ $p-value = 0.00$	
Renewable Energy (Electricity) (i = 2)	161	395.46		
Atomic Power (i = 3)	97	544.61		
Electricity Industry (i = 4)	369	515.80		
Next Generation Mobile Telecom. (i = 5)	21	589.10		
Information & Com. (i = 6)	86	431.07		
Manuf. (i = 7)	60	270.15		
Robot (i = 8)	34	148.22		

효율성이 도출되고, 전력산업, 신재생에너지(에트), 정보통신, 그리고 신재생에너지(전력)의 경우 투입량과 산출량의 비율이 전체 평균에 가까워 평균적인 효율성이 도출되고, 제조기반의 경우 투입요소에 비하여 특허성과와 발생매출액이 매우 적어서 낮은 효율성이 도출되고, 그리

고 로봇의 경우 투입요소 중 참여기관수와 사업수행기간이 매우 많아서 낮은 효율성이 도출된다고 할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 산업통상자원부 8개 사업을 구성하는 907개 R&D 프로젝트에서 자원투입을 통해 얻게 되는 기술적 산출과 경제적 산출 관련 효율성을 투입기준 BCC 모형을 이용하여 측정함 다음, Kruskal-Wallis 검정통계량을 이용하여 사업별 효율성 척도의 차이가 없다는 귀무가설을 검정한다.

그 결과 사업별 R&D 프로젝트의 효율성은 차세대 이동통신, 원자력, 전력산업, 신재생에너지(예특), 정보통신, 신재생에너지(전력), 제조기반, 그리고 로봇의 순이라고 할 수 있다.

따라서 차세대 이동통신의 운영상황을 살펴봄으로써 타 사업의 비효율적인 운영이 무엇이며, 어떻게 개선하여야 할지를 찾아낼 수 있으리라 기대한다.

한편, 각 사업별 목적이 다를 수 있고 처한 환경도 다를 수 있으므로, 본 연구의 분석결과는 사업 간의 효율성 비교 시 단지 참고자료로만 활용하는 것이 바람직하다.

Acknowledgement

This study has been partially supported by R&D Evaluation Program of Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea.

References

- [1] Banker, R.D., Charnes A., and Cooper W.W., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 1984, Vol. 30, p 1078-1092.
- [2] Charnes, A., Cooper W.W., and Rhodes E., Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1979, Vol. 2, p 429-444.
- [3] Cho, N.W. and Kim T.S., A Study for Establishing Key Performance Indicators of R&D Departments. *Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2012, Vol. 35, p 48-54.
- [4] Kim, H.K., *Statistics for Dummies*, Korea, Hakhyunsa, 2012.
- [5] Färe, R., Grosskopf S., and Lovell C.A.K., *The measurements of efficiency of production*. Boston, USA, Kluwer-Nijhoff, 1985.
- [6] Farris, J.A., Groesbk R.L., and Aken E.M.V., Letens G. Evaluating the relative performance of engineering design projects : A case study using data envelopment analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2006, Vol. 53, p 471-482.
- [7] Hsu, F.M. and Hsueh C.C., Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects : A three-stage approach. *Evaluation and Program Planning*, 2009, Vol. 32, p 178-186.
- [8] Hyon, M.S. and Yoo W.J., A Study on the Technology Transfer Efficiency for Public Institutes Using DEA Model. *Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2008, Vol. 31, p 94-103.
- [9] Mendenhall, W., Wackerly D., and Scheaffer R., *Mathematical Statistics with Applications*, 4th ed. California, USA, Duxbury, 1989.
- [10] Park, S.M., Two-staged DEA/AR-I Performance Evaluation Model for R&D Projects Efficiency Correlation Analysis and Programs Positioning Investigation. *Journal of the Korean Academic Association of Business Administration*, 2010, Vol. 23, p 3285-3303.
- [11] Yun, S.S., *National R&D Project Management Review*, Korea : National Assembly Budget Office, 2013.