

R&D 능률성 측정 DEA모형의 개발

조정식¹⁺ · 안기현¹ · 강일중² · 권철신¹

¹성균관대학교 시스템경영공학과/ ²성균관대학교 과학기술연구소

Development of the DEA Model for Measuring R&D Efficiency

Jeong-Sik Cho¹ · Ki-Hyun Ahn¹ · Ji-Jung Kang² · Cheol-Shin Kwon¹

¹Department of Systems Management Engineering, SungKyunKwan University, Suwon, 440-746

²The Institute of Science and Technology, SungKyunKwan University, Suwon, 440-746

Abstract

This research aims to propose model for measuring the efficiency of R&D organizations by using Data Envelopment Analysis. In existing research about using Data Envelopment Analysis, the types of R&D organizations have not been clarified and the difference between analysis time from measurement time is usually 4~5 years. This research divides R&D organizations into three types and provides proper methods for measuring the efficiency of each R&D organizations.

Keywords: efficiency indicator, technology valuation, R&D efficiency, Data envelopment analysis

1. 서론

최근 국가간/기업간의 치열한 기술경쟁이 더욱 치열해짐에 따라, 국가와 특히, 기업들은 R&D활동에서의 실적향상에 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라의 경우 선진기업 뿐만 아니라, 중국, 말레이시아 등 원가측면에서 강점을 가지고 눈부시게 발전하는 개발도상국의 기업들에게 협공을 당하는 위기를 겪고 있어서, R&D활동의 능률성 향상과 이의 측정 및 평가에 관한 분석작업에 관심이 더욱 높아졌다.

R&D활동의 능률성 평가는 단일지표인 통화가치로만 계산되어질 수 있는 다른 부문과 달리 다량의 투입물과 다량의 산출물을 가지고 있다. 그럼으로, 투입물인 자원과 산출이라고 할 수 있는 성과에 대하여 일반의 정의와 방법을 따르기 보다는 다른 지표체계와 이를 이용하여 능률성을 측정할 수

있는 방법을 요구한다.

일반적으로 생산성은 투입물에 대한 산출물의 비율에 의해 측정되는데, 이러한 측정을 하기 있어서 사전에 투입물과 산출물에 측정지표들이 명확히 규정되어야 한다. R&D활동의 특성상 측정에 있어서 계량화하기가 쉽지 않기 때문에 대부분의 연구들이 투입물과 산출물에 대하여 직접 측정하기 보다는 그에 영향을 미치는 주변요인들을 분석하고 이를 측정하는 데에 그치고 있다.

또한, 측정지표의 규정에 있어서, R&D활동의 유형을 고려하지 못하고 있으며, 이러한 연구들이 실제에 적용될 때, 서로 특성이 다른 R&D 조직들에 대하여 생산성을 서로 비교하여 잘못된 우열을 따지게 될 우려가 있다.

마지막으로 투입 및 산출에 대한 단일지표들을 이용한 비율구성보다는 다량의 투입 및 산출물의 지표들을 이용할 수 있는 방법이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 R&D능률성을 정확히 구하기 위하여 R&D활동의 각 R&D활동의 유형별로 투입물과 산출물을 달리 규정하여 이러한 여러 투입물과 산출물들을 측정할 수 있는 지표들을 개발하고, 이러한 다량의 자원 및 성과지표들을 이용할 수 있는 DEA(Data Envelopment Analysis)를 통해 능률성을 측정할 수 있는 모형을 개발하고자 한다.

이러한 모형의 개발을 위하여 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다.

첫째는 'R&D조직 유형분류'이다. 독립된 R&D 조직 내에 있어서 수행하고 있는 연구개발활동의 특성이 동일하다고 가정할 때, 유형분류가 없이 다른 R&D 조직과의 생산성 비교를 통한 성과평과를

+ 연락처: 조정식, 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 시스템경영공학부
Fax : 031-290-7610, e-mail : j.siku.cho@gmail.com

수행할 시에, 서로 실시하는 R&D활동의 특성이 틀리다면, 잘못 평가될 우려가 있다. 그럼으로 R&D활동의 특성에 따라 R&D조직을 구분해야 한다. 그리고 이런 조직의 구분에 따라 여러 측정방법들을 복합적으로 구성하여 지표들을 결정하여야 한다.

두 번째는 위의 R&D조직 분류에 따른 성과지표의 결정이다. 조직이 특성에 따라 성과를 측정할 수 있는 지표들은 달라진다. '과학적 탐색'이라는 특성이 강할수록 직접적인 측정보다는 특허정보와 같은 대리변수를 이용한 측정 행해야 하며, 구체적인 시장전망과 목표, 제품이미지를 가지고 있는 R&D활동의 경우는 앞서의 간접적인 측정보다는 통화단위와 같은 단위로 계량화되어 측정이 가능할 것이다. 그렇기 때문에 R&D성과의 측정을 위해서는 유형화된 조직의 특성에 따른 방법으로 고려되어야 한다.

마지막으로 DEA의 적용방법의 결정이다. DEA는 다량의 산출물에 대한 능률성 분석에 적합하지만 일반적으로 특성이 비슷한 집단들을 대상으로 하였다. 그러나 R&D조직의 경우 수행과제의 성격에 따라 조직특성도 달라지기 때문에 총체적인 비교분석에 앞서 조직특성에 따라 개별적으로 DEA를 통한 분석이 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 정확한 R&D 조직의 능률성을 측정하기 위하여, R&D활동의 특성에 따라 조직유형을 기초연구, 응용연구, 개발연구로 분류하고, 각각의 유형에 따라 개별적으로 DEA를 통해 능률성을 측정할 수 있는 모형을 개발하고자 한다.

2. 선행연구

2.1 자원이표 관련연구

연구개발활동에 있어서 구성원 개개인의 능력이 성과에 미치는 영향은 다른 활동들에 비해 그 정도가 크기 때문에, 개개인의 능력을 동일하게 보는 일반적 방법의 단순 인원수를 자원이표로 구성하는 것은 적합하지 않다. R&D인력을 자원이표로서 활용하기 위해서는 질적인 측면을 고려해 주어야 한다.

기술개발성과와 기술개발자원의 관계를 통해서 산업기술개발구조를 파악하고자 한 齊藤優의 연구, R&D의 발전 및 수준의 구조문제를 파악하려고 한 이재하의 연구, 기술대체안의 전략적 평가를 위해 의사결정계층과 평가자를 세분화하여 기술대체안의 평가모형을 개발하고자 한 정길환의 연구가 R&D인력의 질적측면을 고려한 연구들이다.

齊藤優의 연구는 투입요소를 비용과 인력측면으로 구분하여 초기년도를 1로 지수화한 기술수준 지수로 나누어줌으로써 보다 정확히 계측하고자 하였다.

정길환의 연구는 기술대체안의 평가에 있어서 평가자간의 능력차이가 있음을 전제로 하고, 이로 인해 평가능력의 차이도 있음을 보여준다. 보다 능력이 있는 평가자의 의사결정이 결정적으로 되기 위해서, 능력점수에 따라서 의사결정에 반영되는

가중치를 부여하였다. 능력점수는 각각의 영역에 대해서 지식수준과 경험수준에 의해서 산정된다.

본 연구에서는 정길환의 전문가가중치 모형을 이용하여 R&D조직을 구성하는 인력들에 대한 점수를 산정하고 이를 인력에 대한 자원이표로서 이용하였다.

Table 1. R&D인력 관련연구

연구자	분석방법		특징
Saito	분석모형	기술개발모형	초기년도를 1로 규준화하여서, 해마다 기술수준이 지속적으로 상승함.
	분석지수	기술수준지수	
정길환	분석모형	전문가가중치 결정모형	개별인력에 대한 평가점수의 산정
	분석지수	평가자가중치	

2.2 성과지표 관련연구

(1) 논문/특허성과 관련연구

기초 및 응용연구에 있어서 그 수행능력의 직접적인 규명자체가 난해하기 때문에 통화단위로 성과를 구하기란 어렵다. 그럼으로, 1차적으로 산출성과를 논문의 발표 및 개제와 특허의 출원 및 등록으로 보고 있는 연구들이 있다. 이학연의 연구에서는 논문과 특허를 이용하여 성과지표로서 활용하고지만 단순건수로서 적용하고 있다. 이원재의 연구에서는 DEA분석을 위해 성과지표로서 국내 및 해외의 특허의 출원 및 등록 건수를 활용하여 '기술신규특성지표'와 '기술첨예특성지표'를 개발하여 연구개발조직의 효율분석을 행하였다. 특징적인 것은 단순건수가 아니라, 특허를 해외/국내로 구분함으로써 질적차이를 반영하였다는 것이다.

Table 2. 논문/특허성과 관련연구

연구자	분석방법		특징
이원재	분석지표	기술신규특성지표 기술첨예특성지표	국내/해외의 특허에 대한 구분을 통해 질적차이를 반영함.
이학연	분석지표	TBR 논문개제건수 특허등록건수	단순건수의 적용

(2) 기술가치화 관련연구

구체적인 제품사양을 목표로 하는 개발연구활동의 경우, 시장에서의 전망과 목표를 가지고 착수하기 때문에 과제종료 후, 예상되는 기술의 경제적 가치를 추정해볼 수 있다. 이 부분에 관련된 연구들은 대부분 정량적 가치에만 편중되어 평가한다.

정량적인 기술가치평가방법은 일반적으로 크

계 시장사례접근법, 비용접근법, 이익접근법의 세 가지로 나누어진다. 본 연구에서는 개별기술에 대해서 적용이 어려운 시장사례접근법과 수익의 창출 능력이 고려되지 않은 비용접근법보다는 미래에 예상되는 기대수익을 예측하고 이를 현재가치화 하는 이익접근법을 사용하였다.

3. R&D 조직유형을 고려한 자원성과지표의 개발

3.1 개념모형의 틀

전 절에서 검토한 문제제기를 본 연구의 과제로 삼아 체계적이고 현장적용성이 높은 모형을 개발하기 위해서는 무엇보다 먼저 연구의 개념모형을 설계할 필요가 있다. 본 연구에서는 아래의 Figure 1.과 같이 이를 크게 「유형분류」와 「자원성과지표 결정」의 두 가지로 나누어 구성하고자 한다.

3.2. 세부모형

본 절에서는 앞서의 개념모형에 따라 실제적인 분석을 수행하기 위한 분석모형을 이익접근법을 이용한 정량적인 기술가치평가법, 기술특성수준지표의 산출 등의 주요기법을 핵심으로 하여 설계한다.

(1) 연구개발조직의 유형분류

연구개발조직의 능률성을 측정하기 위해서는 각각의 조직들을 일괄적으로 비교하는 것 보다는 R&D활동의 특성에 따라 연구개발조직을 유형화시킬 필요가 있다. R&D활동은 여러 가지 관점에서 수없이 많은 형태로 분류되고 있는데, 현장적용적 측면에서 고려해볼 때, 여러 R&D활동들을 다 포괄할 수 있도록 '기초연구', '응용연구', '개발연구'라는 세 유형으로 나누고, 이와 같은 방식으로 조직을 분류하였다.

(2) 자원성과의 지표분석

각 연구개발조직들의 투입변수로는 'R&D투자'와 'R&D인력'의 두 변수로 설정하였으며, 'R&D투자'에 관해서는 실질투자액에 대해 「라스파이레스(Laspeyres)」 방법을 이용하고, 기준시점으로부터 '디플레이트(Deflate)'시킨 금액을 사용하였다.

'R&D인력'에 있어서 유형별로 차별적인 점수를 반영하기 위하여 평가항목을 설정한다. 이런 유형은 크게 '연구집단' 및 '관리집단'으로 나눌 수 있으며, 그 집단내에서 '경험수준'과 '지식수준'에 따라 차별적으로 점수를 부여하게 된다.

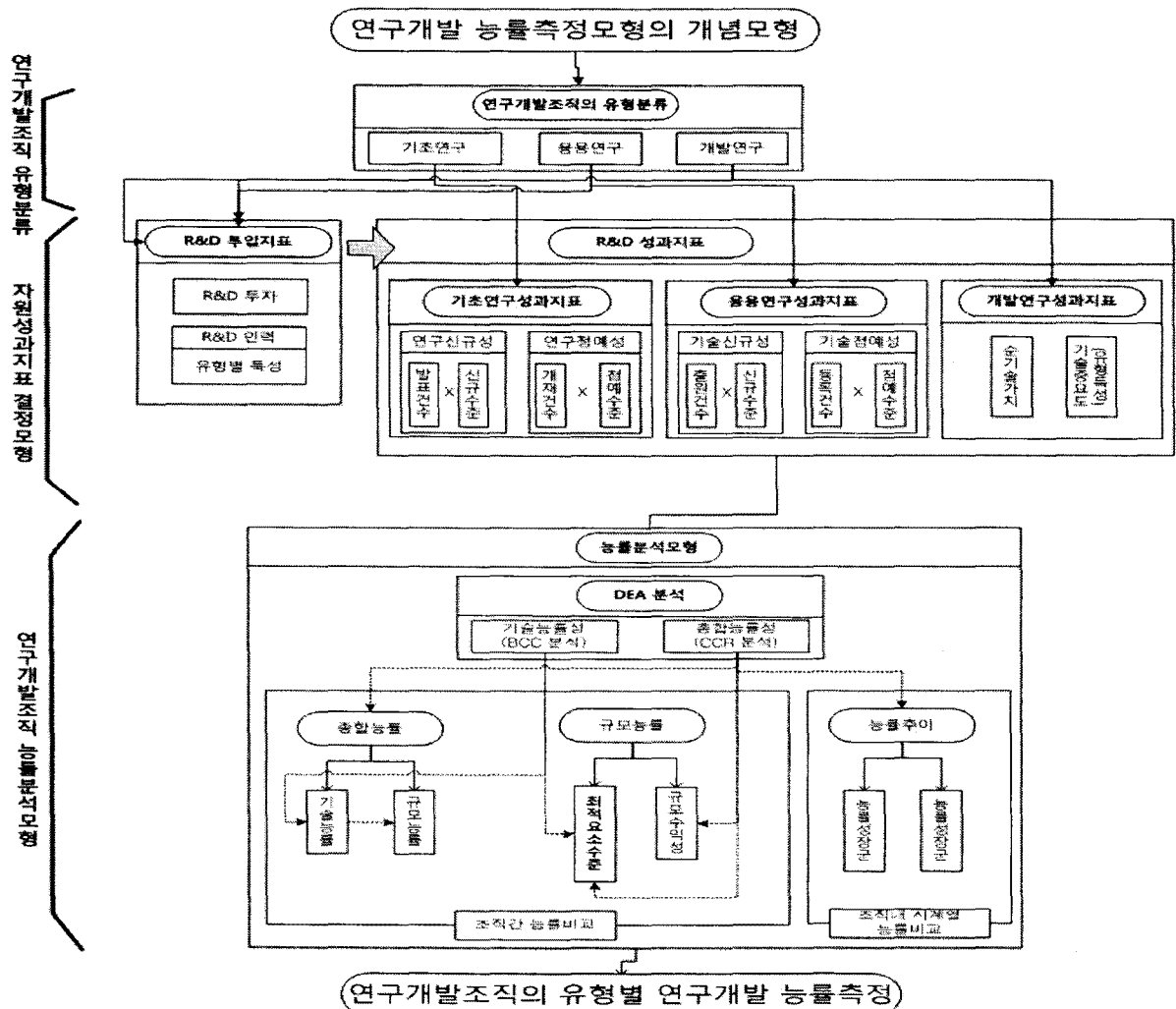


Figure 1. R&D 조직유형을 고려한 능률측정모형의 개념모형

(가) 기초연구/응용연구 성과

기초연구조직의 성과변수에 있어서 기술특성 수준지표의 산출식을 이용하여 '연구신규성'과 '연구침예성'을 구하게 된다. 그리고 이를 논문발표 및 개재의 건수에 반영하게 되는데, 이는 기초연구의 성과를 단순건수로 보는 것이 아닌, 질적인 측면 또한 반영하게 되는 것이다.

응용연구조직의 성과변수에 있어서도 기초연구조직과 마찬가지로 기술특성수준지표의 산출식을 이용하여 '기술신규성'과 '기술침예성'을 구하며, 이를 특허의 건수에 반영한다. 이원재의 논문에서의 2~4년간의 시간지연을 지금의 현실에 반영하는 것은 적절치 못함으로 현재의 R&D활동이 끝난 시점에 대해서 장래의 성과를 평가함이 무엇보다 중요하고 이를 위해 과거 특허출원 및 등록에 대하여 신청건수 당 출원 및 등록율의 시계열 자료를 통해 그 추세를 예상함으로써, 현재시점에서 각 연구들의 성과를 산출하려 한다. 기초연구의 논문 발표 및 개재도 위와 같은 방법으로 구해진다.

(나) 개발연구 성과

개발연구조직의 성과변수는 '순기술가치'와 '기술중요도'이다. 개념모형에서처럼 '순기술가치'는 '기술의 시장가치'에 해당되며, '기술중요도'는 기술의 정성적 가치를 의미한다. '순기술가치'는 이익접근법에 따른 정량적 기술가치평가를 이용하게 되며 그 기본적인 절차와 내용은 다음과 같다.

- ① 기술수명을 단축시키는 사건의 도출
- ② 마코프 프로세스의 적용을 통한 수명예측
- ③ 년도별 예상수익의 추정 및 합산

이렇게 추정된 기술의 시장가치와 기술요소법을 통해, 전문가 그룹내에서의 논의로 정해진 기술 기여분과 승산을 통해 순기술가치를 추정한다.

'기술중요도'는 '순기술가치'와 같은 경제적 가치가 아닌, 기술의 정성적 특성을 고려해 주기 위한 지표이다. 과제군별로 중요도를 판정하는 평가항목들이 각기 다르다는 전제 아래에서, 결정론적 방법론을 통해 과제군을 분류하고, 평가항목을 설정하며, 실제에서의 검증은 통해, 타당성이 있는 항목만을 평가에 사용한다.

(3) DEA를 통한 능률측정

DEA는 자원 및 성과에 대하여 경제적 자원을 이용하지 않는 비영리기구에 대한 평가방법으로서 개발된 기법이다. 이 기법의 특징은 다량의 투입 및 산출구조를 적용할 수 있다는 것이다. 이러한 특성은 다양한 무형자산을 가지는 연구개발조직에 적합하다. 그러나 연구개발조직의 경우 조직특성이 각기 다르기 때문에, 비슷한 특성의 다수 조직을 비교분석하는 DEA기법의 적용에 있어서 기존과는 달리 적용해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 조직을 유형화 시켰고 이에 DEA 모형을 조직특성에 따라 개별적으로 적용한다. DEA모형은 크게 CCR

모형과 BCC모형이 CCR 모형은 조직의 능률성을 구하는데 유용하고 BCC모형은 조직의 생산구조에 대한 분석에 유용하다. 본 연구에서는 두 모형을 전부 적용하여 조직의 능률성 뿐만 아니라 그의 구조까지 분석한다.

4. 결론

지금까지의 많은 R&D능률성의 측정 및 평가는 R&D활동의 유형별 특성이 무시된 채로, 개별기술이 아닌 기업, 산업 혹은 국가단위로 추이측정 정도만 진행되어 왔을 뿐이다.

이러한 상황에서 본 연구는 R&D능률성을 체계적으로 비교, 평가할 수 있는 지표와 측정모형을 제시하고자 하였다.

이러한 목적에 따라 본 연구에서 얻어진 주요 성과 및 의의를 요약하면 다음과 같다.

- (1) R&D조직의 유형분류를 통해 보다 현장적용성이 강한 유용한 방법론이 개발되었다.
- (2) DEA 모형의 적용을 통해 다수의 투입 및 산출구조를 고려할 수 있는 모형을 개발하였다.

본 연구에서 다루지 못한 몇 가지 미비점과 한계를 제시하면 다음과 같다.

- (1) 앞서 구분된 과제군의 유형별 평가항목에 대하여 현장에서 검증받아서 보다 유효한 항목들을 도출해야 하며, 설문대상을 보다 많은 기업으로 확장시켜서 보편적인 항목과 기업특성에 따른 항목들을 도출하려는 시도가 필요하다.

- (2) 연구개발조직에 보다 적합한 측정을 위하여 DEA의 보다 적합한 적용에 대해 고려할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 권철신, 연구생산성 향상을 위한 갈등조정체계 및 성과보상체계 수립에 관한 연구, 1997, 한국통신경영연구소
- [2] 이재하, 우리나라의 제조산업분야에 있어서 연구생산성에의 영향분석모형, 1987, 성균관대학교
- [3] 이용, 우리나라 산업에 있어서 특허정보를 이용한 계량분석모형에 관한 연구, 1988, 성균관대학교
- [4] 김강민, 상호영향형 기술가치 평가모형의 개발, 2000, 성균관대학교
- [5] 이원재, 연구효율성측정을 위한 R-DEA모형의 구축, 2000, 성균관대학교