
기업지원사업 수혜기업의 효율성 평가모형 개발에 관한 연구

- DEA를 적용하여 -

이 종 영

강릉원주대학교 경영학과 강사

김 명 호*

강릉원주대학교 경영학과 교수

E-mail : Bigsky01@hanmail.net

.....

강원도는 기업지원사업인 기술지원사업과 마케팅지원사업의 성과를 개별적으로 평가하여 왔으며, 기업을 대상으로 한 평가는 만족도 조사에 국한되어 왔다.

따라서 본 연구는 효율성 평가에서 그 유용성이 입증된 계량모형인 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)을 이용하여 기업지원사업에 참여하는 기업들의 효율성을 평가하는 모형을 개발하고 이 모형으로 기업의 효율성을 평가하였다.

기업지원사업의 투입요소와 산출요소를 기업지원사업의 특성에 맞는 변수로 모형을 개발하였으며, DEA 모형을 적용하여 기업에 대한 각각의 상대적 효율성 측정과 비효율적인 기업이 개선해야 할 부분을 계량적으로 제시하였다. 특히, 강원도내 기업의 기업지원 효율성을 처음으로 평가하였다는데 그 의의가 있다.

.....

<색인어> DEA 모형, 기업지원사업, 효율성 평가

* 교신저자

1. 서 론

정부는 지역간의 불균형 문제를 해소하고, 지역고유의 발전적 기반을 통해 지역경제 및 국가경제의 발전을 도모하기 위해 1999년부터 지역산업의 급속한 위축방지와 지역경제 활성화를 위해 지역산업진흥사업을 추진하였다. 그리고 강원도는 정부의 차세대 성장동력산업 육성전략과의 연계성, 지역특성 및 산업집적 기반 등을 고려하여 바이오, 의료기기, 해양바이오 및 신소재·방재, 관광문화를 연결하는 3각 벨트를 중심으로 한 청정산업을 주력산업으로 선정하여 사업을 추진하고 있다.

한국산업기술평가원(2009)이 지역산업진흥을 위해 지원한 지역산업지원사업 지원현황은 2004년 2,316억원, 2005년 3,859억원, 2006년 4,129억원, 2007년 4,168억원으로(총 14,562억원) 지역의 중소기업을 지원하기 위해 투자되고 있다. 지역산업지원사업은 2004년부터 2007년까지 인프라 7,540억원(51.8%), 기술개발 5,829억원(40%), 기업지원서비스 811억원(5.6%), 기획 및 네트워크 381억원(2.6%) 순으로 지원되었고, 이중 지역별 지원현황에서 강원도는 2004년부터 2007년까지 673억원이 지원되었다. 이후 9개 지역 1단계사업('02~'07)이 완료됨에 따라 2008년 차기 지역산업진흥사업(Post 4+9)을 확정·발표하였고, 9개 지역 2단계 사업을 본격 시행하고 있다.¹⁾

강원권 2단계 지역전략산업진흥계획(2008~2012)은 2007년부터 『3각 테크노벨리 뉴-스타트 전략』(487전략 : 4권역 8벨트 7허브)을 수립하여 추진중에 있으며, 그 내용은 기 구축된 인프라를 중심으로 한 소프트웨어형 사업이 추진되고 있다.

2008년부터 시작된 2단계 지역전략산업육성사업 중 기업에게 직접적으로 투자할 수 있는 기업지원사업에는 기술지원사업과 마케팅지원사업이 있다. 지원사업의 성과는 개별적으로 평가하여 왔으며, 기업지원사업에 대해 전체를 대상으로 한 체계적인 성과평가 방법 도출이 거의 없는 실정이다.

자료포락분석(DEA)의 특징은 투입과 산출이 여러 가지 있으나 이들을 적절

1) 박정희, DEA를 이용한 지역산업기술개발사업의 효율성 분석 및 개선방안에 관한연구, 건국대학교 대학원 박사학위논문, 2010, pp.17~23.

한 방법으로 조합하여 하나의 효율성 지수로 표현하기 힘든 경우에 사용할 수 있다.²⁾

따라서 본 연구는 DEA를 활용하여 강원도 내 기업지원사업의 투자에 대한 기업의 효율성을 실증적으로 분석하고, 실질적으로 기업 경쟁력을 향상시킬 수 있는 방안수립을 제시하는데 그 목적이 있다.

II. DEA를 적용한 평가모형 고찰

1. DEA 관련 선행 연구

DEA는 투입과 산출의 명확한 인과관계를 밝히기 어려운 비영리부문, 공공부문, 서비스부문 등에서 참여조직의 상대적 효율성을 평가하기 위해 적합한 선형계획기법으로³⁾ 공적인 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)들의 상대적 효율성의 평가에 많이 이용되었다. DEA는 제각기 다른 단위로 측정된 투입 및 산출요소들을 임의적 가중치를 사용하지 않고, 측정된 그대로 모형에 포함시킬 수 있고, 측정모형 또한 특정한 함수형태를 상정하지 않는다는 특징을 가지고 있기 때문에, 효율성 측정에 있어 그 유용성이 널리 검증되어 왔다.⁴⁾

최근, 국내에서 연구되어진 DEA에 관한 연구로 신범철과 이의영(2009)⁵⁾은 매출액이 클수록, 종업원수가 많을수록 민간 기업의 R&D 투자가 증가된다는 것을 나타냈는데, 이러한 결과는 기업성과 변수로 매출액 대신에 기업의 부가가치를 사용할 경우에도 유사하게 나타났다. 다만 부가가치에 대한 추정계수는 매출액에 대한 추정계수보다 크게 나타나 매출액 증가보다 부가가치 증가

2) 김영환, 자료포락분석(DEA)에 의한 제품계열의 효율성 분석, 동림경영연구, 제12권, 한국동림경영학회, 2000. 5. pp.33-64.

3) 장혜숙, “DEA를 이용한 국내 통신서비스업에서 경영효율성 평가모형에 관한 연구”, 이화여자대학교 대학원, 석사학위논문, 2001.

4) 이환범, 송건섭, 김병문, 지방공기업의 경영성과관리와 평가지표개발:자료포락분석(DEA)에 의한 효율성 측정, 「한국사회와 행정연구」 제15권 제4호(2005.2) p.287.

5) 신범철, 이의영, 정부 R&D 지원이 민간 기업의 R&D 투자에 미치는 효과분석, 생산성논집 제23권 제1호(2009년 2월), pp.5-27.

가 기업의 R&D 투자에 더 강하게 영향을 미치고 있음을 시사하고 있으며, 김용열(2008)⁶⁾은 산업클러스터의 성과를 효율성의 개념을 사용하여 분석하였다. 7개 산업단지에 입주해있는 기업들의 투입, 산출자료를 중심으로 자료포락분석(DEA)의 방법론을 적용하였다.

윤문규와 김재균(2006)⁷⁾은 상장제조기업의 효율성 측정을 통하여 기업의 특성을 파악하고자 3단계에 걸친 효율성 분석으로 각 단계별 효율성 값의 차이를 비교하고, 자산규모에 의한 대규모집단과 중규모 집단간의 효율성의 차이가 있는지를 분석하였다.

임정덕, 강상목, 백충기(2006)⁸⁾는 지역혁신의 일환으로 클러스터가 주목되고 있는 현재 지역대학의 연구기능이 지식클러스터 주체로서 지식창출능력과 이전능력 및 그 잠재력을 얼마나 가지고 있는지 분석하고 그 성과에 대해 분석하였다.

김우식(2003)⁹⁾은 평가의 난점을 해소하기 위한 방법의 일환으로 대학 BI의 운영성과를 평가함에 있어 상대적 효율성의 개념을 적용하여 보다 객관적이고 계량화된 평가방법의 모색과 적용을 도모하고자 비모수적 효율성 측정방법인 DEA 모형을 대학 BI의 평가방법론으로 적용하였다.

김영환(2000)¹⁰⁾은 DEA 방법을 제조기업에 적용하여 제품계열별로 개발과 생산과정에서의 효율성을 분석 하였고, 실증적 사례로 자동차 산업에서 비교적 많은 제품계열을 가진 부품 제조기업을 선정하여 제품계열간의 효율성을 분석하여 개선방안을 마련하였다.

송동섭과 김재준(2000)¹¹⁾은 제조업의 경영효율성을 강화하기 위해 X-비효

-
- 6) 김용열, 산업클러스터 단지 입주기업의 효율성 분석, 경제연구 제26권 제4호, 한국경제통상학회, 2008. 12, pp.157-181.
 - 7) 윤문규, 김재균, 200대 상장제조기업의 효율성분석에 관한 연구-DEA 기법을 활용하여-, 기업경영연구, 제13권 제2호(2006. 12), pp.79-97.
 - 8) 임정덕, 강상목, 백충기, 지식클러스터 주체로서의 기술관련 대학연구소 및 협력기업 성과분석, 경제연구, 제24권 제1호, 한국경제통상학회, 2006. 3, pp.127~152.
 - 9) 김우식, 서울지역 대학 BI의 운영 효율성 평가에 관한 연구, 생산성논집, 제17권 제2호(2003년 9월), pp.83-105.
 - 10) 김영환, 자료포락분석(DEA)에 의한 제품계열의 효율성 분석, 동림경영연구, 제12권, 한국동림경영학회, 2000. 5, pp.33-64.
 - 11) 송동섭, 김재준, DEA 모형을 이용한 제조업의 효율성 분석에 관한 연구, 회계정보연구, 제14권, 2000년 12월, pp.127-152.

율성의 크기를 분석하였다. 이는 경쟁력 강화를 위한 기업의 경영효율성을 개선하기 위한 실증적 근거를 제공하였다.

권명화, 백철우(2008)¹²⁾는 과학기술부문의 연구개발 투입대비 성과를 특정 국가차원의 R&D 효율성 논의가 아닌 다국가간의 비교를 통한 상대적 효율성 측정과 그 영향요인을 실증분석하였다. 또한, 2007년 산업자원부에서 발간한 기술사업화 지표 산출보고서에서 나타난 자료 중 연구개발인력현황, 국내외 특허출원 및 등록 건수를 지표로 하였다.

2. DEA를 적용한 평가모형 고찰

DEA는 다수의 투입요소와 다수의 산출요소를 갖는 의사결정단위의 효율성을 투입요소들의 가중합과 산출요소들의 가중 합의 비율로 측정하고, 이를 유사한 활동을 수행하는 다른 의사결정단위들의 효율성과 비교하여 상대적인 효율성을 결정하는 방법이다.¹³⁾ 비교대상 의사결정단위들의 효율성은 1 보다 작거나 같다는 조건하에서 평가하고자 하는 의사결정단위의 효율성을 극대화하도록 요소 별 가중치를 결정하고, 이를 바탕으로 효율성 평가가 이루어 진다. DEA는 성과지표로서 효율성 측정 외에 효율적인 DMU를 바탕으로 비효율적인 DMU의 효율성을 향상시킬 수 있는 방법을 제시하므로 성과측정뿐만 아니라 벤치마킹 도구로도 매우 유용하게 사용될 수 있다.¹⁴⁾

DEA의 가장 기본적인 모형이 CCR 모형이며, CCR 모형은 Charnes, Cooper & Rhodes에 의해서 투입과 산출 효율성을 결정하는 기본적인 DEA 모델인 불변규모수익(CRS : Constant Returns to Scale) 방법으로 개발된 기본 모형으로 CCR 모형에서 얻은 효율성은 기술적 효율성과 규모효율성을 포함한 효율성 값이다.¹⁵⁾

12) 권명화, 백철우, R&D 효율성 및 영향요인에 대한 국가 간 비교분석, 한국정책학회 동계학술대회 및 정기총회, 2008, pp.359-390.

13) Charnes, A., Cooper. W. W. and Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operation Research*, 2, pp.429-444, 1978.

14) Post, T. and Spronk, J., "Performance benchmarking using interactive data envelopment analysis", *European Journal of Operation Research*, 115, pp.472-487, 1999.

그러나 불변규모수익이라는 가정하에서 효율성을 평가함으로써 기술적효율성과 규모효율성을 구분하지 못하는 단점이 있는데 이러한 문제점에 착안하여 Banker, Charnes 및 Cooper는¹⁶⁾ 가변규모수익(VRS : Variable Return to Scale)을 반영할 수 있는 방법을 제시하였는데 이를 BCC 모형이라하며, BCC 모형에서의 효율성 값은 주어진 생산규모하에서 순수기술효율성을 의미한다. 또한, 순수 규모의 효율성을 평가하기 위한 방법이 제시되었는데, 이는 CCR 모형에서 얻어지는 효율성을 BCC 모형에서 얻어지는 효율성을 나눔으로써 추정되어진다.¹⁷⁾

DEA의 평가 대상이 되는 의사결정단위를 DMU(decision making unit)라고 하며, DMU들은 유사한 다수 투입요소들에 대해 동일한 기술을 적용하여 유사한 다수 산출물물을 생산한다. DEA는 이들 DMU들 간의 상대적 효율성을 평가하기 위해 먼저 각 투입, 산출요소들의 상대적인 중요도를 평가하여 각각에 대하여 가중치를 부여하게 된다. 그리고 이를 기초로 각 DMU의 가중된 투입물 합에 대한 가중된 산출물 합의 비율을 평가함으로써 각 DMU의 효율성 값을 평가하게 된다.

또한, DEA는 DMU의 상대적 효율성을 측정하는 것 외에 비효율적으로 운영되는 부문에 관한 추가적 정보를 제공할 수 있다.¹⁸⁾

III. 기업지원사업 효율성 측정

1. 효율성 평가모형의 개발

15) 임병학, 홍한국, 김태훈, 다단계 DEA를 이용한 서비스 생산성 벤치마킹에 관한 연구, e-비즈니스연구 제8권 제3호 2007. 9. 30, p193.

16) Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W. W., "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis", Management Science, 30, pp. 1078-1092, 1984.

17) Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.

18) 이상학, DEA를 이용한 부품소재전문기업의 경영효율성 분석 및 개선방안에 관한 연구, 건국대학교 대학원, 박사학위논문, 2009., pp.51-53

1) DEA 모형의 적용

기업지원사업을 수행하는 강원도내 기관의 지원사업이 효율적으로 지원되고 있는지에 대해 자체 평가만 받고 있기 때문에 상대적인 효율성을 찾기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 기업지원사업의 효율성 평가모형을 비모수적 접근방법인 DEA 모형을 이용하여 개발하고자 한다.

효율성 평가에 영향을 주는 요소는 다음과 같다.

첫째, 의사결정단위의 수가 많을수록 효율성에 대한 판별력도 커질 가능성이 높다. 즉, 비교대상 조직의 수가 많을 경우 상대적으로 이들을 유사하게 집산화하는 범주의 수는 적어지기 때문이다.

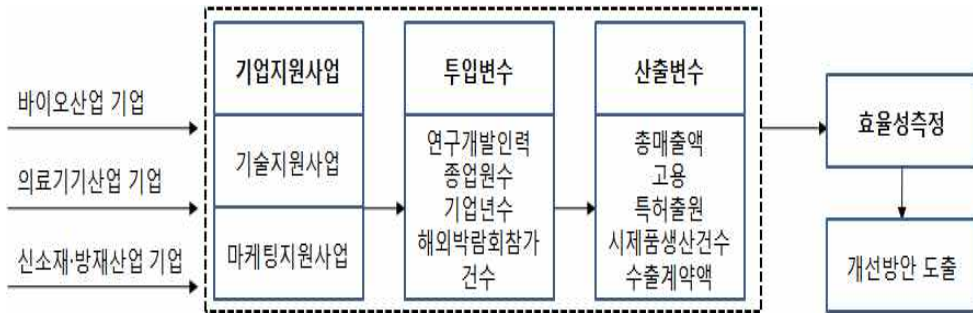
둘째, 모형에 포함되는 투입요소 및 산출요소가 많아질수록 판별력은 저하될 가능성이 높다. 즉, 많은 변수들이 고려될수록 특정의 비효율적 의사결정단위가 새로이 추가되는 차원에서 지배적인 성과를 보임으로써 결국 효율적인 의사결정단위로 전화될 가능성이 크다.

셋째, 비교대상 의사결정단위의 이질성이 클수록 판별력은 저하될 수밖에 없다. 그러므로 투입요소와 산출요소의 선정은 의사결정단위의 운영활동에 영향을 미치는 주요 요소를 선별하는 과정으로 효율성분석 전에 수행하여야 하는 중요한 사전과정이다.¹⁹⁾

DEA 모형을 적용하기 위한 비교대상 집합의 규모가 적절하게 결정되어야 하는데, 본 연구에서는 지역산업진흥사업에 2008년부터 참가한 회원사 기업 중 기업지원사업을 수혜받은 기업중 바이오산업, 의료기기산업, 신소재·방재산업의 회원사 기업을 대상으로 설문조사를 하여 기업의 효율성 평가모형을 측정하였다.

따라서 본 연구는 기업지원사업 수혜기업의 효율성 평가를 위해 <그림 1>과 같은 모형을 개발하였다.

19) 현만석, DEA를 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 개선전략에 관한 연구, 건국대학교 대학원, 박사학위논문, 2007, p.58.



<그림 1> 기업지원사업 수혜기업 효율성 평가 모형

강원도의 대표산업인 바이오산업, 의료기기산업, 신소재·방재산업이 수행하고 있는 기업지원사업의 기술지원사업과 마케팅지원사업의 효율성 평가를 위해 투입과 산출을 대표하는 변수를 선정하였다. 투입변수와 산출변수에는 기업지원사업을 대표할 수 있는 변수를 넣어 모형을 만들었고, 이 변수들은 서로 인과관계를 가질 수 있도록 하였다. 이는 기업지원사업 수혜기업들의 기업활동과 관련된 요소들이다. 그리고 이 모형을 토대로 효율성을 측정하였고, 이에 대한 개선방안도 도출하는 기업지원사업 수혜기업 효율성 평가 모형을 개발하였다.

2) 투입변수와 산출변수의 결정

DEA 모형을 통하여 효율성을 측정하고 평가하기 위해서는 적절한 의사결정단위의 수, 투입요소와 산출요소의 수의 관계를 검증한 다음 연구 내용을 만족하여야 한다. Banker, Charnes with Cooper(1984)는 의사결정단위의 수는 최소한 투입요소와 산출요소 수의 총합보다 3배 이상이 되어야 한다는 연구결과를 제시하였다. 그리고 Boussofiane, Dyson and Thanassoulis(1991)²⁰⁾는 의사결정단위의 수가 최소한 투입요소와 산출요소 수의 곱보다 커야 한다는 경험적인 규칙을 제안하였다. Fitzsimmons(1994)²¹⁾는 의사결정단위의 수가

20) Boussofiane, A., R. G. Dyson, and E. Thanassoulis, "Applied data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, Vol.52, No. 1, 1991, pp.1-5.

21) Fitzsimmons, J. A., and M. J. Fitzsimmons, Service Management for Competitive

투입요소와 산출요소의 수의 총합에 2배 한 값보다 커야 한다고 주장하였다.

따라서 본 연구에서는 강원도 지역산업진흥사업의 기업지원사업의 효율성 평가를 위한 모형을 개발하기 위해 강원권 기업중 바이오산업²²⁾ 회원사 43개, 의료기기산업 회원사 45개, 신소재·방재산업 회원사 21개를 대상으로 하였으며, 본 연구에서 사용되어지는 투입변수와 산출변수는 다음과 같다.

<표 1> 선행연구에서 사용된 투입 및 산출변수

저자 및 연도	유형	투입변수	산출변수
권명화 외 (2008)	연구개발 투입 대비 성과	R&D 지출, R&D 인력	논문수, 특허수
김용열 (2008)	7개의 산업단지 입주기업 분석	연구개발비, 종업원수	매출액, 특허수
임정덕 외 (2006)	전국의 RRC를 대상으로 효율 성분석	연구인력, R&D 투자액	전문인력배출, 논문발표성과, 기술이전, 특허, 상품화 및 실용화
윤문규 외 (2006)	한국증권거래소 상장된 최상위 200대 기업	종업원수, 총자산, 자본, 매출액, 당기순이익	매출액, 당기순이익, 시장가치, 총자산이익률, 주당순이익
김정호 외 (2004)	국가지정연구실 수행과제 271개	연구비, 연구인력	특허등록, 프로그램 등록, 논문, 기술료
김우식 (2003)	서울지역 21개 대학 BI	총운영비, 전담인력, 총입주실	입주기업, 졸업기업, 고용인력, 총매출액
김영환 (2000)	많은 제품계열을 가진 부품 제조기업	개발기간, 투자금액, 소요인원, 기술의 신규성, 점유면적	매출액, 다양성, 생산능력, 품질성과, 납기성과
송동섭 외 (2000)	5가지의 제조업 분석	종업원수, 고정자산, 원재료비	매출액, 경상이익, 주가

주요 선행연구에서 사용된 투입변수와 산출변수를 정리하면, 다음의 표와 같다. 투입변수와 산출변수는 기존의 연구에서 공통적으로 나타난 변수들을 선정했으며, 지역의 특성을 고려하여 산출변수들은 지역산업진흥사업에서 강원도가 제시한 종합성과지표의 공통 종합성과지표인 매출액, 고용과 특허출원

Advantage, McGraw-Hill Inc., 1994.

22) 바이오산업 : 강원도의 전략산업은 바이오로 여기에는 강릉의 해양바이오와 춘천의 바이오가 포함되어 있음, 춘천바이오 24개, 강릉바이오 회원사 19개,

건수, 시제품생산건수도 고려하였다.

특히, 기업지원사업 수혜기업의 평가모형을 개발하기 위해 지원하는 기업년수에 따라 효율성이 달라질 수 있다는 최종열과 오두만, 정해주(2007)²³⁾의 연구의 결과에 따라 기존 연구에서 공통적으로 나타난 변수외에 기업년수라는 새로운 변수를 도입하는 모형을 개발하였다.

<표 2> 투입변수와 산출변수의 결정

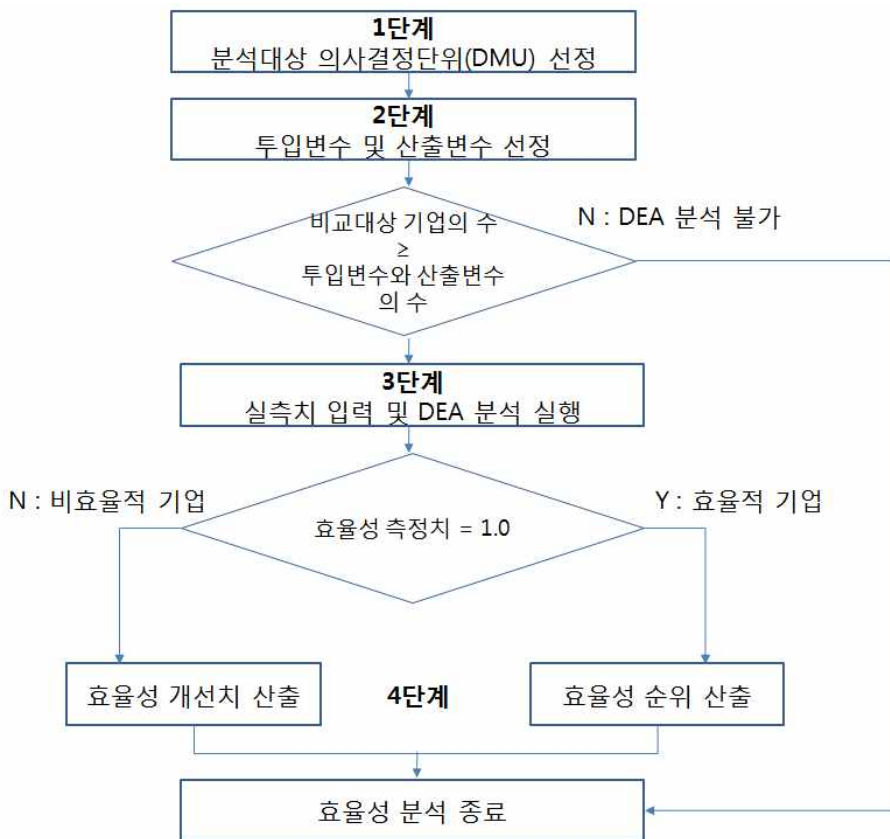
구분	변수명	변수 정의	비고
투입 변수	기업년수	성장단계별 중요지원서비스가 달라 지므로 이에 대한 기업의 성장단계를 년수로 입력	최종열 외 (2007)
	연구개발 인력	학사학위 이상의 학위소지자 또는 동등이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로 현재 연구개발활동에 종 사하고 있는 인력	김정호 외 (2004) 권명화 외 (2008)
	종업원수	현재 기업의 종업원수	강원도 종합성과지표
	해외박람회 참가건수	지역산업진흥사업의 기업지원사업 을 통해 참가한 해외 박람회 건수	마케팅지원사업의 성과 지표
산출 변수	총매출액	기업의 주요활동을 통해 발생한 매 출액으로 이를 통해 효율적인 자산 의 사용정도를 측정	이선영 외 (2004) 백철우 외 (2004) 지유나 외 (2004) 김영수 (2007) 강원도 종합성과지표
	고용	기업지원사업을 통해 신규로 고용 창출 인력	이의영 외 (2009) 강원도 종합성과지표
	특허출원	기업지원사업을 통해 획득한 특허 출원 및 등록 건수	장진규 (2003) 지유나 외 (2004) 권명화 외 (2008)
	시제품 생산건수	기업지원사업을 통해 기업에서 생 산된 시제품 건수	장진규 (2003) 강원도 종합성과지표
	수출 계약액	기업지원사업을 통해 해외박람회 참여로 계약된 수출액	지유나 외 (2004) 마케팅지원사업 성과지표

이에 투입변수는 기업일반사항으로 기업년수, 연구개발인력, 종업원수, 해외전
시회 참가 건수를 선정하였고, 산출변수로는 일반사항에서 특허출원 건수, 시
제품생산 건수, 수출계약액을 선정하였고, 성과영역에서 매출액과 고용을 선정

23) 최종열, 오두만, 정해주, 창업기업의 성장단계별 지원서비스 만족도에 관한 연구:부산지역 BI 입주기업을 중심으로, 중소기업연구 제29권 제1호, 2007년 3월, pp.89-116.

하였다.

따라서 본 연구에서는 투입변수 4개, 산출변수 5개로 분석대상 의사결정단위의 수는 Banker, Charnes and Cooper(1984), Bussofiane, Dyson and Thanassoulis(1991), Fitzsimmons(1994)의 요건에 따라 비효율적인 단위들을 판별하기에 충분한 40개의 의사결정단위를 확보하였고 이를 분석하고자 한다.



<그림 2> 기업지원사업 수혜기업의 효율성 평가모형 흐름도

기업지원사업의 효율성 측정에 있어 투입물과 산출물에 대한 적절한 성격과 정의를 내리기 쉽진 않지만, 기술지원과 마케팅지원의 특성을 잘 나타낼 수 있는 변수들로 선정하였다. 결정된 투입변수와 산출변수는 <표 2>와 같다.

DEA 모형을 이용한 기업지원사업의 효율성 평가모형의 흐름도는 <그림 2>와 같다.

1단계와 2단계는 분석대상 기업군과 효율성을 평가하기 위한 투입변수 및 산출변수를 선정하는 단계이다. 3단계는 설문조사를 통해 투입변수와 산출변수의 수보다 비교대상 기업의 수가 3배 이상이 되면 실측치를 입력하여 DEA를 이용하여 분석대상 기업의 효율성을 구하는 단계이다. 4단계는 효율성 측정치에 따라 효율성과 비효율기업의 효율성 개선치를 산출하고 효율성 분석을 종료하는 단계이다.

2. 효율성 평가모형의 적용

1) 효율성 평가모형의 적용 결과

본 연구에서 개발한 기업지원사업 수혜기업의 효율성 평가모형을 적용하여 효율성을 분석하였다.²⁴⁾ 그리고 가변규모수익을 반영한 BCC-I(Input-oriented) 모형을 이용하였다. BCC-I 모형을 이용한 이유는 투입변수가 불변규모수익을 만족하지 않고 가변규모수익을 만족하기 때문이다.

<표 3> 투입 및 산출변수의 기술통계량 (단위 : 백만원, 명, 횟수, %)

	구분	최소값	최대값	평균	표준편차	비고
투입 변수	기업년수	0.4	15	6.1275	4.1041	
	종업원수	1.0	42	10.475	9.4868	
	연구개발인력	1.0	16	4.000	3.1385	
	박람회참가횟수	0.0	8	1.400	1.6553	
산출 변수	매출액	0.0	8,000	1,387.45	1,680.431	
	고용	0.0	10	1.475	2.0614	
	특허출원/등록	0.0	6	1.825	1.7013	
	시제품생산	0.0	10	1.775	2.0309	
	수출계약	0.0	645	41.425	110.5974	

24) William W. Cooper, Lawrence M. Seiford and Kaoru Tone, DEA-Solver(2006)

투입변수와 산출변수의 기술통계량을 분석한 결과, 종업원수와 연구개발인력, 매출액과 수출계약이 기업의 운영 결과에 따라 최소값과 최대값이 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

그리고 변수 상호간의 상관관계를 분석한 결과 투입물 변수와 산출물 변수 상호간에는 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 특히, 매출액과 종업원수는 0.781로 관계가 다소 높은 것으로 나타났다. 이는 종업원수의 매출액의 증가는 종업원수의 증가로 이어진다는 상관관계를 갖고 있다고 보여진다. 이외의 선정된 투입변수와 산출변수간에는 대체적으로 양(+)의 상관관계가 있으나, 박람회 참가와 종업원수의 관계, 시제품건수와 종업원수, 매출액의 관계, 수출계약과 시제품 건수와는 음(-)의 관계로 나타났다.

<표 4> 투입 및 산출변수 상호간의 상관관계

	기업년수	종업원수	연구개발인력	박람회참가횟수	매출액	고용	특허출원/등록	시제품생산	수출계약
기업년수	1	0.2974671	0.5354896	0.1319631	0.4720589	0.0537142	0.5903927	0.1621116	0.1547634
종업원수	0.2974671	1	0.5911188	-0.0359794	0.7812558	0.3361803	0.2282019	-0.1060464	0.2047225
연구개발인력	0.5354896	0.5911188	1	0.0048122	0.4731812	0.1468395	0.5337641	0.1490481	0.1237371
박람회참가횟수	0.1319631	-0.0359794	0.0048122	1	0.0231053	0.2740147	0.3444443	0.3614281	0.2736911
매출액	0.4720589	0.7812558	0.4731812	0.0231053	1	0.2638857	0.3664892	-0.12764	0.1589143
고용	0.0537142	0.3361803	0.1468395	0.2740147	0.2638857	1	0.3088436	0.0971895	0.5873093
특허출원/등록	0.5903927	0.2282019	0.5337641	0.3444443	0.3664892	0.3088436	1	0.4010414	0.3358848
시제품생산	0.1621116	-0.1060464	0.1490481	0.3614281	-0.12764	0.0971895	0.4010414	1	-0.0371954
수출계약	0.1547634	0.2047225	0.1237371	0.2736911	0.1589143	0.5873093	0.3358848	-0.0371954	1

* 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

다음 <표5>는 강원지역 기업지원사업의 투입 및 산출치에 대한 상대적 효율성을 분석한 것으로, 전체적으로 보면 40개 DMU의 효율성 평균은 0.94로 효율성이 있다고 판단된다.

표에는 효율적, 비효율적인 DMU에 대한 변별 결과와 비효율적인 DMU들이 기준으로 삼은 준거 DMU, 그리고 비효율적인 DMU들이 준거 DMU에 대하여

가지는 shadow price인 λ 값이 나타나 있다.

<표 5> 강원지역 기업지원사업 수혜기업의 상대적 효율성 분석 결과

기업	효율성 결과치	RTS (규모수익)	RTS of project DMU	순위	비교집단 출현빈도	비교집단(Reference set) λ 값 (shadow price)
1	0.8054		CRS	36		DMU8(0.125), DMU13(0.249) DMU15(0.5), DMU18(0.125)
2	0.4999		IRS	40		DMU13(0.999)
3	1	IRS		1	0	DMU3(1.0)
4	1	CRS		1	0	DMU4(1.0)
5	1	CRS		1	1	DMU5(1.0)
6	1	CRS		1	0	DMU6(1.0)
7	1	CRS		1	3	DMU7(1.0)
8	1	CRS		1	4	DMU8(1.0)
9	1	CRS		1	0	DMU9(1.0)
10	1	CRS		1	3	DMU10(1.0)
11	1	CRS		1	0	DMU11(1.0)
12	1	CRS		1	0	DMU12(1.0)
13	1	CRS		1	4	DMU13(1.0)
14	1	CRS		1	0	DMU14(1.0)
15	1	CRS		1	4	DMU15(1.0)
16	1		CRS	1		DMU10(1.0)
17	1	CRS		1	0	DMU17(1.0)
18	1	CRS		1	3	DMU18(1.0)
19	1	CRS		1	0	DMU19(1.0)
20	1	CRS		1	1	DMU20(1.0)
21	1	CRS		1	2	DMU21(1.0)
22	0.9568		IRS	32		DMU10(0.628), DMU15(4.64) DMU21(0.144), DMU23(1.76) DMU27(9.10), DMU35(7.35)
23	1	IRS		1	1	DMU23(1.0)
24	1	CRS		1	0	DMU24(1.0)
25	1	CRS		1	0	DMU25(1.0)
26	1	CRS		1	2	DMU26(1.0)
27	1	CRS		1	1	DMU27(1.0)
28	1	CRS		1	0	DMU28(1.0)
29	0.8729		CRS	33		DMU10(0.631), DMU18(0.185) DMU26(0.185)
30	0.6797		DRS	38		DMU5(0.387), DMU7(0.95) DMU26(3.16), DMU35(0.238) DMU37(0.309)
31	1	CRS		1	2	DMU31(1.0)
32	0.5725		CRS	39		DMU13(0.669), DMU20(8.68) DMU21(0.196), DMU35(4.76)
33	1	CRS		1	0	DMU33(1.0)
34	0.7174		DRS	37		DMU7(8.70), DMU8(4.35) DMU15(0.326), DMU31(0.543)
35	1	CRS		1	3	DMU35(1.0)
36	0.8210		CRS	35		DMU8(0.214), DMU13(0.072) DMU15(0.5), DMU18(0.214)
37	1	DRS		1	1	DMU37(1.0)
38	0.8462		DRS	34		DMU7(0.231), DMU8(0.385) DMU31(0.85)
39	1	CRS		1	0	DMU39(1.0)
40	1	DRS		1	0	DMU40(1.0)
평균	0.9443					

분석결과, 31개의 DMU는 효율성이 1.0으로 양호하게 측정되었으며, 9개의 DMU는 0.95에서 0.50 정도에 그쳐 비교적 저조한 것으로 나타났으나 평균적으로 기업지원사업을 수혜받은 기업의 효율성은 94.4%로 효율성이 있는 것으로 나타나고 있다.

2) 저효율성 기업에 대한 개선책

DEA 모형에 대한 분석결과로 얻어진 효율성 결과치를 해석하고 기업지원사업을 수혜받은 기업중 효율성이 낮은 기업에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

강원지역 기업지원사업의 수혜기업 40개사의 DMU 투입·산출요소 실제치와 <표 5>에 제시된 분석결과를 토대로 9개의 비효율적인 DMU들에 대한 효율성 개선치를 제시하고자 한다.<별첨> 효율성 1.0 미만 9개 기업의 개선치 참조)

DMU2는 40개 DMU 중에서 상대적 운영 효율성이 0.4999로 평가되어 가장 효율성이 저조한 DMU로 나타났고, DMU22는 0.9568로 효율성 1.0에 가장 근접하게 나타났다.

DMU2는 효율성이 1.0으로 평가된 31개 DMU 가운데 DMU13을 비교대상으로 하였다. DMU2에 비교된 DMU13의 λ 값은 0.999이므로 DMU13의 투입·산출 실제치에 각각의 λ 값을 곱하면 DMU2가 가져야 할 효율성 합성치가 산출된다.

즉, DMU2가 효율적이기 위한 투입 이상치는 기업년수 1년 미만, 종업원수 1명, 연구개발인력 1명이며, 산출 이상치는 매출액 21백만원, 고용 2명, 특허출원/등록 2건, 시제품 생산 1건 수출계약 2백만원 이상이어야 한다는 결과치가 제시되었다.

결국 DMU2는 현재 비효율적으로 인력을 운용하고 있기 때문에 산출변수의 매출액이나 특허출원/등록 등이 일어나고 있지 않은 것으로 판단되며, 투입요소에 대해서는 규모를 줄여야 산출요소의 변동이 없다는 것을 알 수 있다.

효율성 측정치가 1.0이 되지 않은 나머지 8개 DMU에 대하여 동일한 방법

과 절차를 적용하여 효율성 합성치와 개선치가 산출되었으며, 그 결과는 <첨부>와 같다.

또한, 대상기업 40개 중 규모수익불변(CRS)인 기업이 31개(77.5%), 규모수익체감(DRS)인 기업이 5개(12.5%), 규모수익체증(IRS)인 기업이 4개(10%)인 것으로 나타났다. 규모수익체감(DRS)인 기업은 운영상의 효율성 향상 방안 수립을 통한 효율성 제고가 바람직하고, 규모수익체증(IRS)인 기업은 규모 확대를 통한 효율성 제고 방안을 수립하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 참조횟수가 높다고 해서 가장 효율성이 높은 기업이라고 평가할 수는 없지만 비교집단은 투입요소 및 산출요소의 조합에 있어서 비효율적인 기업들이 벤치마킹의 대상으로 삼아야 할 기관이라는 점에서 중요하며, 분석결과에 따르면 DMU8, 13, 15가 가장 참조횟수가 많은 기업으로 분석되었다.

평가결과 DMU8, 13, 15가 다른 DMU에 비교역할을 한 것은 투입·산출 규모가 비록 크지 않아도 40개의 평가대상 DMU 중에서 상대적으로 높은 동질성을 보이고 있음을 의미한다. 이는 DMU8, 13, 15의 투입·산출치가 절대적으로 우수성을 갖는다는 것이 아니라, DMU8, 13, 15가 가지고 있는 다수의 투입요소들과 다수 산출요소들간의 효율성 관계가 DMU8, 13, 15보다 효율성이 저조한 다른 7개 DMU의 투입·산출의 요소들간 효율성에 대한 기준으로 적용되었다는 의미이다. 이러한 결과는 다수의 투입·산출요소들에 대하여 부여되는 각각의 가중치를 DEA 모형내에서 상대적으로 최적화하는 과정에서 발생하는 현상으로 DMU8, 13, 15가 높은 효율성값을 가졌다는 결과보다는 DMU8, 13, 15에 의해서 DMU1, 2, 22, 32, 34, 36, 38의 효율성 개선치를 발견할 수 있다.

IV. 결 론

강원도는 기업지원사업인 기술지원사업과 마케팅지원사업의 성과를 개별적으로 평가하여 왔으며, 기업을 대상으로 한 평가는 만족도 조사에 국한되어 왔다.

따라서 본 연구는 각 운영단위들의 효율성 평가에서 그 유용성이 입증된 계량모형인²⁵⁾ 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)을 이용하여 지식경제부에서 주관하고 있는 지역산업진흥사업의 기업지원사업에 참여하는 기업들의 효율성을 평가하는 모형을 개발하고 이 모형으로 기업의 효율성을 평가 하는데 그 목적이 있다.

기업지원사업의 투입요소와 산출요소를 기업지원사업의 특성에 맞는 변수로 모형을 개발하였고, 이를 통해 강원도내 기업 중 지역산업진흥사업의 기업지원사업을 수혜받은 기업을 대상으로 기업지원의 효율성을 처음으로 평가하였는데 그 의의가 있다고 하겠다.

DEA 모형을 적용하여 40개의 기업에 대한 각각의 상대적 효율성 측정과 비효율적인 기업이 개선해야할 효율성 합성치, 투입감소치 및 산출증가치를 계량적으로 제시하였다. 분석 결과, 기업지원사업을 수행하고 있는 기업중 31개 기업이 효율성이 1.0으로 나타났고, 평균 94.4%의 효율성이 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 강원지역 지역산업진흥사업 기업지원사업 수혜기업을 평가함에 있어서 DEA 모형을 적용하는 것은 큰 문제가 없었다.

본 연구에서 사용한 투입 및 산출변수는 일반적으로 알려지고 검증된 항목들이지만 보다 체계적이고 합리적인 기업평가모형의 변수들을 이용한다면, 보다 심도 있고 다양한 계량적 평가가 가능할 것이라고 판단된다.

참고문헌

권명화, 백철우, R&D 효율성 및 영향요인에 대한 국가 간 비교분석, 한국정책학회 동계학술 대회 및 정기총회, 2008.

김영환, 자료포락분석(DEA)에 의한 제품계열의 효율성 분석, 동립경영연구, 제 12권, 한국동립경영학회, 2000. 5.

25) 서우중, 윤석진, DEA 모형을 이용한 은행지점의 효율성 평가 절차 및 사례 분석, POSRI 경영연구 제1권 제2호 2001, p.169.

- 김용열, 산업클러스터 단지 입주기업의 효율성 분석, 경제연구 제26권 제4호 한국경제통상학회, 2008. 12.
- 김우식, 서울지역 대학 BI의 운영 효율성 평가에 관한 연구, 생산성논집 제17권 제2호(2003년 9월).
- 김정호, 박성배, “국가 지정연구실의 기술분야별, 연구주체별 R&D 효율성 비교 분석”, 과학기술정책지, Vol14, No.2, 2004.
- 박만희, 효율성과 생산성분석, 한국학술정보(주), 2008.
- 박정희, DEA를 이용한 지역산업기술개발사업의 효율성 분석 및 개선방안에 관한연구, 건국대학교 대학원 박사학위논문, 2010.
- 서우중, 윤석진, DEA 모형을 이용한 은행지점의 효율성 평가 절차 및 사례 분석, POSRI 경영연구 제1권 제2호 2001.
- 송동섭, 김재준, DEA 모형을 이용한 제조업의 효율성 분석에 관한 연구, 회계정보연구, 제14권, 2000년 12월 한국회계정보학회.
- 신범철, 이의영, 정부 R&D 지원이 민간 기업의 R&D 투자에 미치는 효과분석, 생산성논집 제23권 제1호(2009년 2월).
- 윤문규, 김재균, 200대 상장제조기업의 효율성분석에 관한 연구-DEA 기법을 활용하여-, 기업경영연구, 제13권 제2호(2006. 12).
- 이기송, “인터넷 बैं킹의 생산효율성 분석에 관한 연구”, 중앙대학교 대학원, 박사학위논문, 2001.
- 이상학, DEA를 이용한 부품소재전문기업의 경영효율성 분석 및 개선방안에 관한 연구, 건국대학교 대학원, 박사학위논문, 2009.
- 이정동, 오동현, 효율성분석이론 - DEA:자료포락분석법, IBBook, 2010.
- 이환범, 송건섭, 김병문, 지방공기업의 경영성과관리와 평가지표개발:자료포락 분석(DEA)에 의한 효율성 측정, 「한국사회와 행정연구」 제15권 제4호(2005.2).
- 임병학, 홍한국, 김태훈, 다단계 DEA를 이용한 서비스 생산성 벤치마킹에 관한 연구, e-비즈니스연구 제8권 제3호 2007. 9. 30,
- 임정덕, 강상목, 백충기, 지식클러스터 주체로서의 기술관련 대학연구소 및 협

- 력기업 성과분석, 경제연구, 제24권 제1호, 한국경제통상학회 2006. 3.
- 장혜숙, "DEA를 이용한 국내 통신서비스업에서 경영효율성 평가모형에 관한 연구" 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원, 2001.
- 최종열, 오두만, 정해주, 창업기업의 성장단계별 지원서비스 만족도에 관한 연구:부산지역 BI 입주기업을 중심으로, 중소기업연구 제29권 제1호, 2007년 3월.
- 현만석, DEA를 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 개선전략에 관한 연구, 건국대학교 대학원, 박사학위논문, 2007.
- Anthony, R. N., and J. Dearden, Management Control Systems, Richard, D. Irwin. Inc., fourth ed., 1980.
- Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W. W., "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis", Management Science, 30, 1984.
- Boussofiane, A., R. G. Dyson, and E. Thanassoulis, "Applied data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, Vol.52, No. 1, 1991.
- Charnes, A., Cooper. W. W. and Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operation Research, 2, 1978.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
- Fitzsimmons, J. A., and M. J. Fitzsimmons, Service Management for Competitive Advantage, McGraw-Hill Inc., 1994.
- Leon, L., Z. Przansnyki. and Seal, K. C.(1996), "Spreadsheets and OR/MS Models: An End-User Perspective", Interfaces, 26, 2.

Neuberger, D., Mikroökonomik der Bank-Eine industrieökonomische Perspektive-, Verlag Franz Munchen, 1999, p.147.

Post, T. and Spronk, J., "Performance benchmarking using interactive data envelopment analysis", European Journal of Operation Research, 115, 1999.

William W. Cooper, Lawrence M. seiford and Kaoru Tone, Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References, Springer, 2006.

<별첨> 효율성 1.0 미만 9개 기업의 개선치

DMU(기업) (E=효율성측정치)	투입/산출 요소		투입/산출 요소 효율 성 합성치	투입/산출 요소 실제 치	투입/산출 요소 효율 성 개선치	%
DMU22 (E=0.9568)	투입 변수	기업업력	4.35	7.2	-2.85	-39.54
		종업원수	4.78	5	-0.22	-4.32
		연구개발인력	1.91	2	-8.65	-4.32
		박람회참가횟수	0.96	1	-4.32	-4.32
	산출 변수	매출액	1,140	1,140	0	0
		고용	1	1	0	0
		특허출원/등록	1	1	0	0
		시제품생산 수출계약	1.07 38.83	0 0	1.07 38.83	999.9 999.9
DMU29 (E=0.8729)	투입 변수	기업업력	1.89	2.8	-0.91	-32.43
		종업원수	6.98	8	-1.02	-12.71
		연구개발인력	1.92	3	-1.08	-35.91
		박람회참가횟수	0	0	0	0
	산출 변수	매출액	820	820	0	0
		고용	1	1	0	0
		특허출원/등록	0.37	0	0.37	999.9
		시제품생산 수출계약	0.82 0	0 0	0.82 0	999.9 0
DMU38 (E=0.0.8462)	투입 변수	기업업력	4.99	10.8	-5.81	-53.77
		종업원수	7.69	15	-7.31	-48.72
		연구개발인력	3.62	10	-6.38	-63.85
		박람회참가횟수	0.85	1	-0.15	-15.38
	산출 변수	매출액	976.92	100	876.92	876.92
		고용	1.31	1	0.31	30.77
		특허출원/등록	2	2	0	0
		시제품생산	5	5	0	0

		수출계약	16.15	0	16.15	999.9
DMU36 (E=0.8210)	투입 변수	기업업력	2.89	7.8	-4.91	-62.92
		종업원수	8.21	10	-1.79	-17.90
		연구개발인력	1.86	5	-3.14	-62.87
		박람회참가횟수	0	0	0	0
	산출 변수	매출액	900	900	0	0
		고용	0.71	0	0.71	999.9
		특허출원/등록	1	1	0	0
		시제품생산	1	1	0	0
		수출계약	0	0	0	0
DMU1 (E=0.8054)	투입 변수	기업업력	2.44	6.7	-4.26	-63.59
		종업원수	5.64	7	-1.36	-19.46
		연구개발인력	1.50	4	-2.50	-62.46
		박람회참가횟수	0	0	0	0
	산출 변수	매출액	549	549	0	0
		고용	0.63	0	0.63	999.9
		특허출원/등록	1	1	0	0
		시제품생산	1	1	0	0
		수출계약	0	0	0	0
DMU34 (E=0.7174)	투입 변수	기업업력	6.82	10.5	-3.68	-35.05
		종업원수	6.46	9	-2.54	-28.26
		연구개발인력	3.48	7	-3.52	-50.31
		박람회참가횟수	0.72	1	-0.28	-28.26
	산출 변수	매출액	1,192.61	1,000	192.61	19.26
		고용	0.72	0	0.72	999.9
		특허출원/등록	3	3	0	0
		시제품생산	4	4	0	0
		수출계약	18.04	10	8.04	80.43
DMU30 (E=0.6797)	투입 변수	기업업력	7.34	10.8	-3.46	-32.03
		종업원수	12.92	19	-6.08	-32.03
		연구개발인력	6.0	16	-10.0	-62.51
		박람회참가횟수	1.36	2	-0.64	-32.03
	산출 변수	매출액	2,493.76	1,000	1,493.76	149.38
		고용	1.62	0	1.62	999.9
		특허출원/등록	4	4	0	0
		시제품생산	2	2	0	0
		수출계약	31.52	0	31.52	999.9
DMU32 (E=0.05725)	투입 변수	기업업력	3.32	5.8	-2.48	-42.75
		종업원수	5.15	9	-3.85	-42.75
		연구개발인력	2.11	4	-1.89	-47.35
		박람회참가횟수	1.01	2	-0.99	-49.68
	산출 변수	매출액	1,000	1,000	0	0
		고용	1.16	1	0.16	15.93
		특허출원/등록	1.22	1	0.22	22.15
		시제품생산	1.05	0	1.05	999.9
		수출계약	100	100	0	0
DMU2 (E=0.4999)	투입	기업업력	0.40	5.4	-5.0	-92.59
		종업원수	1.0	2	-1.0	-50.00

	변수	연구개발인력	1.0	4	-3.0	-75.00
		박람회참가횟수	0.0	1	-1.0	-100.00
	산출변수	매출액	21.0	0	21.0	999.9
		고용	2.0	0	2	0
		특허출원/등록	2.0	0	2	0
		시제품생산	1	1	0	0
		수출계약	2.0	0	2	0

A study of developing the efficiency test model of benefit enterprises in enterprise support business by using DEA

Lee, Jong Young

Lecturer, Department of Business Administration
Gangneung-Wonju National University

Kim, Myoung Ho

Professor, Department of Business Administration
Gangneung-Wonju National University

Abstract

Gangwon-do has evaluated the result of technical support business and marketing support business separately as a part of enterprise support business, and the evaluation, targeting enterprises, has been restricted to the investigation of satisfaction only.

The study develops the model that assesses the efficiency of the enterprises using DEA, the econometric model which is approved the utility in efficiency evaluation, and evaluates it through the model.

As a result, the model can be developed to the appropriate variable of the enterprise support business using the elements of input and output in the business.

And by using the model of DEA, it is suggested the efficiency measurement of each enterprises' and improvement that inefficient enterprises must have. Especially, it is important to assess the efficiency of supporting enterprises primary.