

DEA 교차분석 모형을 이용한 자동차 부품기업의 효율성 측정에 관한 연구

신정훈¹ · 황승준^{2*}

¹한양대학교 일반대학원 경영컨설팅학과, ²한양대학교 경상대학 경영학부

A Study on the Measurement of the Efficiency of Auto Parts Firms Using DEA Cross Analysis Model

Jeong-Hun Sin¹ · Seung-June Hwang²

¹Graduate School of Hanyang University, Department of Management Consulting

²Hanyang University, College of Business and Economics

■ Abstract ■

The study on the efficiency analysis of Korean automobile parts companies is mostly based on the calculation of the size of output such as sales. However, the performance indicators such as sales, operating profit, and net profit are directly related to the cost structure, and this cost structure is affected by changes in the company's asset structure and capital structure. As a result, it is necessary that efficient capital procurement should be done at the same time to create efficient management performance through proper investment. In this study, we aim to measure the efficiency of asset and capital procurement compared to the sales figures, such as sales, generated by 33 primary suppliers who supply parts to Hyundai Kia Motors. For this purpose, this study proposed a DEA cross analysis model that can simultaneously measure efficiency in terms of input assets and capital procurement based on the same management performance when analyzing the efficiency of domestic auto parts companies.

Keywords : DEA, Efficiency Analysis, Management performance, Capital Structure

1. 서 론

자동차 부품산업은 차량용 부품을 생산하여 최종 완성차 업체에 공급하는 산업으로 협력업체를 기준으로 1차, 2차, 3차 등 하위 업체로의 공급사슬이 형성되어 있다. 이러한 공급사슬의 계층화라는 특성으로 인해 부품공급업체의 효율성의 크기가 최종 완성차 업체의 효율성에 직간접적으로 영향을 미치게 될 것이다. 결국, 국내 완성차 업체의 글로벌화와 더불어 품질 강화를 위해서는 공급사슬의 하위 집단인 부품공급기업의 효율성 제고가 선행되어야 할 것이다.

기업의 경영성과는 외부환경 및 내부환경의 영향을 받지만, 기업의 비용구조, 자산구조, 매출구조와 같은 기업 내부의 구조적 요인들에 의해서도 변동된다. 이러한 구조적 요인의 변화는 기업이 투자한 자산뿐만 아니라 투자금을 조달하기 위해 사용되는 자기자본, 타인자본 등 자본조달구조와도 연관되어 있다.

기업이 외부환경 변화에 대응하기 위해 투자결정을 하게 되면 그에 따른 결과로 유동자산 또는 비유동 자산의 변동으로 기업의 자산구조가 바뀐다. 또한, 자금조달방법 따른 타인자본 및 자기자본의 상대적 크기 변동으로 기업의 자본구조가 변하게 될 것이다. 이렇게 결정된 자산구조와 자본구조로 인해 기업의 비용구조가 바뀌게 되는 것이다.

결국, 기업의 비용구조는 자산구조와 자본조달구조의 변동에 의해 결정되는 것이며 경영성과의 대표적 지표인 매출액, 당기순이익 등에 영향을 미치게 될 것이다. 이러한 자산구조, 자본구조, 비용구조, 경영성과간의 연관성을 고려하면 기업이 효율적 투자를 통해 우수한 경영성과를 창출하는 것은 자본조달에 있어서의 효율성도 동시에 시현시켜야 할 것이다.

지금까지 DEA(Data Envelopment Analysis) 모델을 이용한 국내 자동차 부품기업의 효율성 분석에 대한 연구들은 투입자산 대비 매출액 등 경영성과의 크기를 산출변수로 하는 연구들이 대다수였다.

기존 연구들과 같이 투입자산 대비 경영성과만으로 기업의 경영효율성을 평가하는 것은 기업 내부의 구조적 요인인 자산, 자본, 비용, 경영성과간의 상호연관성을 감안하지 못한 효율성 측정 방법으로 효율성 측정에 있어서 한계를 가질 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 DEA와 Worst Practice DEA를 응용하여 동일한 경영성과지표를 기준으로 기업의 투입자산 대비 효율성 개선과 동시에 자본조달 측면에서의 효율성 개선 방향을 다차원적으로 분석할 수 있는 DEA 교차분석 방법을 제안하였다. 더불어 DEA 분석은 주어진 자료 내에서의 관계만을 추정하여 상대적 효율성을 측정하는 방법으로 자료의 동질성이 중요하다. 그러므로 본 연구에서는 차체부품을 생산하는 자동차 부품업체로 연구대상을 제한하여 샘플의 동질성 확보와 동시에 연구결과의 정확도를 높이고자 하였다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1 DEA 모형 및 Worst DEA 모형

DEA는 효율성을 측정하는 방법 중 비모수적 방법으로 Shephard[21]의 거리함수 개념과 Farrel[12]의 효율성 개념을 바탕으로 다수의 투입물과 다수의 산출물이 있는 경우로 확장한 것이다.

DEA는 의사결정단위 DMU(Decision Making Unit)가 가지고 있는 자료를 바탕으로 효율적 프론티어를 생성하고 해당 프론티어상에 있는 DMU를 효율적인 DMU로 정의하고 그렇지 않은 DMU를 비효율적 DMU로 정의한다. 즉 효율적 DMU는 투입을 추가적으로 줄이거나 산출을 더 늘리지 않아도 되는 상태를 가진 DMU를 말하는 것이다[5].

DEA는 크게 투입기준 모형과 산출 기준 모형으로 구분되어 지며, 불변규모수익을 가정하는지 가변규모수익을 가정하는지에 따라 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes) 모형과 BCC(Banker, Charnes and Cooper) 모형으로 구분된다.

CCR 모형은 Charnes et al.[10]에 의해 개발되었

으며, 각 DMU의 규모수익이 불변(Constant Return to Scale)이라는 가정 하에 효율성을 평가한다. 규모의 최적을 가정했기 때문에 규모의 가변적 부분을 반영하지 못한다는 한계점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 Bankers et al.[9]은 규모수익의 가변성을 가정한 BCC 모형을 제안했다.

Paradi et al.[16]은 DEA는 효율적인 DMU들을 찾아내는 방법으로 효율적이기 위한 긍정적 투입변수 및 산출변수들에 대한 고려만이 가능하기에 비효율성에 영향을 주는 투입변수 또는 산출변수들에 대한 적용이 어렵다는 단점을 가지고 있다고 했다. 그들은 이러한 단점을 극복하기 위해 비효율성에 영향을 미치는 부정적 요소를 산출변수로 적용시킨 Worst Practice DEA라는 새로운 형태의 모형을 제안하였다. Worst Practice DEA의 수리적 모형과 구조는 DEA 모형과 동일하고 단지 프론티어상에 비효율적인 산출물들을 위치시키기 위한 투입변수와 산출변수를 정해주는 것이다.

DEA 효율성 분석은 효율성에 긍정적 영향을 미치는 투입대비 산출물의 크기 정도를 나타내는 것이라면 Worst Practice DEA는 효율성에 부정적 영향을 미치는 투입대비 산출물의 크기 정도를 나타내는 것이라는 차이가 있다. 그러므로 DEA 분석에서는 효율성에 부정적 영향을 미치는 변수를 투입 또는 산출변수로 선정하여 효율성을 분석하는데 한계점을 가진다.

산출기준 DEA 분석에서 효율성에 부정적 영향을 미치는 차입금을 투입변수로 선정하고 매출액을 산출변수로 선정하여 효율성을 측정할 예를 들어보자. 차입금 1억을 투자하여 10배의 매출을 창출한 기업과 차입금 100억 원을 투자하여 10배의 매출을 창출한 기업은 투입대비 성과만을 보면 둘 다 효율성 값 1을 가진 기업으로 프론티어에 존재하는 DMU로 분류될 것이다.

그러나, 재무효율성 측면에서 차입금의 절대적 크기는 기업의 파산위험을 증가시키기에 기업의 가치에 절대적으로 긍정적 영향을 미친다고 볼 수 없다. 이 결과를 바탕으로 벤치마킹 집단과 목표값을 제시

하면, 효율성 값에 하향적 영향을 미치는 지표의 영향을 고려하지 않은 효율성 분석 값을 도출하게 될 것이다.

본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 DEA 분석 변수에 부정적 변수를 사용하지 않고 Worst Practice DEA를 이용하여 별도의 분석을 시행하였다.

2.2 DEA 교차분석 모형

DEA 모델에서 효율적 프론티어에 위치한 DMU들은 적을수록 또는 낮을수록 효율적이라고 평가되고 투입 변수와 많을수록 또는 높을수록 효율적이라고 평가되어 질수 있는 산출물 변수로 정의된다. 반면, Worst Practice DEA는 적을수록 또는 낮을수록 비효율적인 투입 변수와 많을수록 또는 높을수록 비효율적인 산출물들을 변수로 선정하여 효율성 분석을 시도하는 것이다.

DEA 모형 또는 Worst Practice DEA 모형을 각각 사용하여 효율성을 측정한다면, 하나의 기준에 의해 투입변수와 산출변수를 나누어 평가하게 되므로 산출변수에 영향을 주는 변수는 주어진 투입변수 측면에서만 평가 되어 지게 된다.

만약 매출액, 당기순이익 등과 같은 기업의 경영성과와 관련된 효율성을 측정한다면, 경영성과는 투입된 자산뿐만 아니라 자본조달 측면에서도 상호연관성을 가진다. 이에 투입대비 성과 산출에 대한 효율성 평가와 동시에 투입을 위해 조달한 자본들에 대한 효율성 평가도 동시에 이루어 져야 할 것이다.

통상적으로 기업은 매출액, 영업이익 등 수익성 증대를 위해 설비증대 또는 판매목적 자산 증대 등 새로운 자원의 투입을 고려하게 되므로 투자된 자산들에 대한 이익수준을 경영성과의 지표로 측정한다.

그러나 매출증대를 위해 투자된 자금은 자본조달이라는 과정이 선행된다. 상장기업을 제외한 대다수 기업들은 시장에서의 자본조달 제약으로 설비에 대한 투자와 판매목적 자산에 대한 투자를 일정부분 금융기관 차입금에 의존하게 된다. 결국, 대다

수 기업들의 투자를 통한 수익성 증대 노력은 효율성에 부정적 영향을 미치는 차입금, 총부채, 금융비용 등 유해한 산출물을 동시에 증가 시키게 될 것이다.

이러한 점에 근거하여 차입금 등의 부정적 변수를 투입변수로 선정하여 DEA 분석을 하는 것은 효율성 측정에 한계를 가지게 된다.

본 연구에서는 기업의 효율성에 부정적 영향을 주는 변수인 차입금, 총부채, 금융비용 등을 매출액 등의 증가에 수반하여 증가하는 유해한 산출변수로 정의하였다. 이를 통해 조달에서 투자, 성과로 이어지는 하나의 흐름을 형성시켜 이러한 흐름의 분석을 본 연구에서는 교차분석이라는 용어를 사용하기로 한다.

DEA 교차분석 모형은 DEA 모형과 Worst Practice DEA 모형을 모두 산출기준을 설정하고 DEA 모형에서 투입자산 대비 클수록 효율적인 긍정의 산출변수를 Worst Practice DEA 모형의 투입변수로 두고 투입물 대비 클수록 비효율적인 부정적 요소를 산출변수로 정의한다.

이것은 기업의 경영성과에 자산구조 및 자본조달 구조가 직간접적 상호영향을 주기에 동일한 경영성과 변수 아래 DEA 모형의 투입변수와 Worst Practice DEA 모형의 산출변수를 동시에 분석하기 위한 다차원적 관점의 모형이다.

본 모형은 기업의 경영성과에 대한 효율성 측정 시 동일한 성과기준 아래, 긍정적 변수와 부정적 변수를 동시에 고려할 수 있고, 자산 운영 측면의

효율성 개선과 자본조달측면에서의 효율성 개선방향을 동시에 제공해줄 수 있을 것으로 기대한다.

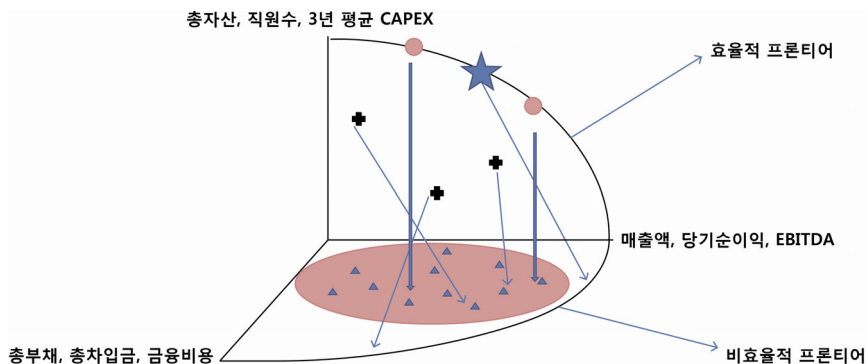
[그림 1]은 DEA 교차분석에 대한 모델링을 입체화 한 것이다. 예를 들면, 별모양(☆)의 DMU는 투입자산대비 경영성과 평면에서는 효율적 프론티어상에 존재한다. 동시에 자본조달대비 경영성과 평면에서는 비효율적 프론티어 상의 효율성값에 화살표가 위치하고 있어 이는 자본조달대비 경영성과 측면에서는 비효율적임을 나타내는 것이다.

반면, 원호모양(○)의 DMU는 투입자산대비 경영성과 평면에서는 효율적 프론티어상에 존재한다. 동시에 자본조달대비 경영성과 평면에서는 비효율적 프론티어의 안쪽의 효율성 값에 화살표가 위치하고 있어 이는 자본조달대비 경영성과 측면에서도 효율적임을 나타내는 것이다.

2.3 국내 자동차 부품기업의 DEA 효율성 분석 선행연구

자동차 부품산업의 효율성 분석에 대한 선행연구들을 살펴보면, 박정현, 김원중[1]은 평균 재무우량도가 우수한 자동차 부품업체를 대상으로 재무우량도가 높은 기업은 효율성도 좋을 것이라는 상관관계에 대한 가정을 검증하는 연구를 진행하였고 투입변수로는 종업원 수, 고정자산, 원재료비를 산출변수로는 매출액과 경상이익으로 선정하였다.

우남수, 윤상흠, 박종현[4]은 자동차 부품기업의



[그림 1] DEA 교차분석 모형

공급사슬 특성 등을 감안하여 1차 협력업체와 2차 협력업체 각각에 대해 DEA 분석을 실시하였다. 투입변수로는 제조원가, 자산, 자본금, 종업원 수, 공장 면적 산출변수는 매출액, 당기순이익, 고객평가점수로 선정하였다.

서옥환, 임성묵[2]은 공급사슬측정 모형인 SCOR 모형(Supply Chain Operation Reference)을 이용하여 매출원가, 운반비, 순현금 사이클타임, 재고회전율을 투입변수로 산출변수는 매출액 및 고객납입 점수로 선정하여 생산 제품별 총 5개 그룹으로 구분 후 효율성을 분석하였다.

조형국, 이철규, 유왕진[6]은 규모와 경쟁력이 비슷하다고 추정되는 자동차 부품기업들을 대상으로 고정자산, 종업원 수, 인건비, 자본의 투입량 대비 매출액과 당기순이익의 효율성 크기를 측정 하였으며, 비효율성의 원인을 규명하였다. 하귀룡, 최석봉[7]은 투입변수로 종업원 수, 고정자산, 자본총계 대비 매출액 및 당기순이익을 산출변수로 하여 효율성을 평가하였으며, 효율성의 크기가 기업규모에 따라 차이가 발생하고 기술혁신 활동 여부가 경영효율성에 영향을 미친다는 연구결과를 제시하였다.

신정훈, 황승준[3]은 총자산, 3년 평균 CAPEX, 종업원 수를 투입변수로 하여 매출액, EBITDA, 당기순이익의 산출 정도에 대한 효율성 측정 및 Tier 분석을 실시하였고, DEA 분석 후 로지스틱 회귀분석을 수행하여 효율성수준에 대한 원인분석과 재무전략을 제시하였다.

지금까지 국내 자동차 부품기업에 대한 효율성 분석 연구는 투입자산 대비 경영성과에 대한 효율성의 크기를 측정하는 연구들이 주를 이루고 있다.

2.4 국외 DEA 효율성 분석 선행연구

Simar and Wilson[22]는 DEA의 비모수적인 방법의 한계를 극복하기 위해 측정된 효율성 값에 부스트랩기법을 적용하여 효율성 척도의 신뢰성 구간을 설정하는 방법을 제안하였다. Scheel[19]과 Seiford and Zhu[20]는 규모의 효과가 변하는 BCC 모형에

서 주어진 변수의 값을 선형변환 하더라도 효율성 값에는 영향을 미치지 않는다는 Ali and Seiford[8]의 변환불변성에 기초하여 부정적 산출물들을 선형변환시켜 긍정적 산출물들과 함께 DEA 분석을 시도하기도 하였다.

Wei et al.[24]는 어떤 DMU의 투입변수를 증가시키면 현재 효율성 수준을 유지한 상태에서 산출변수를 얼마까지 증가시킬 수 있는지를 분석할 수 있는 Inverse DEA 방법론을 제안하였으며, Ghiyasi[13], Jahanshahloo et al.[14], Lim[15] 등도 이러한 Inverse DEA 방법을 이용한 연구를 하였다.

국외의 경우, 부도예측 등 재무관리분야로 확장 적용한 연구사례들도 있다. Cielen et al.[11]는 효율성 측정에 주로 사용되어 오던 DEA를 부도예측이라는 재무관리분야로 확장시켰다는 점에서 학문적 의의를 가지고 있다. 부도기업의 부의(-) 재무비율을 사용하기 위해선 부의(-)값을 선형변환 하더라도 효율성 값에 영향을 미치지 않는 수리적 특성을 가진 BCC DEA 모델은 적용해야 한다. 그러나 그들은 CCR 모형을 적용하여 부도예측을 하였다는 한계를 지닌 것으로 판단된다.

Sueyoshi[23]는 DEA를 이용한 부도예측모형이 기존 부도예측모형보다 우수하고 통계적 가정이 불필요하다는 장점 등을 주장한 기존 연구들에 비해 DEA와 판별분석법을 혼합하여 부도예측모형을 구축하였다는 점에서 학문적 의의를 가지는 것으로 판단된다.

Premachandra et al.[17]는 DEA를 이용한 부도예측과 로지스틱 회귀분석을 이용한 부도예측을 비교분석한 연구를 수행하였다. 그들의 연구는 기존 부도예측모형과의 비교분석이라는 학문적 의의를 가지나, 운전자본 비율을 부도확률과 반비례하는 변수로 선정하여 분석결과의 한계점을 가지고 있을 것으로 판단된다.

Premachandra et al.[18]은 Super-efficiency DEA를 이용하여 2개의 프론티어에 기반한 새로운 assessment index 개발을 통해 부도예측에 관한 논문을 발표하였다.

3. 연구 방법

본 연구의 분석대상은 현대기아자동차의 1차 협력사중 자동차 차체부품을 제조하는 총 33개 기업들로 한정 시켰다. 이는 동일한 산업에 속한 기업들의 투입변수와 산출변수들의 산업효과와 회계기준의 차이를 통제하여 연구결과의 신뢰도를 높이기 위함이다.

DEA 모형에서 사용할 투입변수는 기업 운용을 위한 가용자산의 총합인 총자산, 자동차산업의 경우 최신설비 도입 등 산업의 특성상 CAPEX가 지속적으로 발생하는 대표적 산업인 점을 감안하여 3년 평균 CAPEX, 비재무적요소로는 기존 선행연구에서 다수 사용된 종업원 수로 정하였다.

산출변수로는 기업이 운영한 자산에 대한 기본적 산출물인 매출액, 지속적 기계설비에 대한 투자로 CAPEX가 고려됨으로 이익의 대용치인 EBITDA를 선정하였고, 의사결정권자에게 있어 기업운영의 최종목표인 당기순이익을 선정하였다. Paradi et al. [16]의 연구에 의하면 Worst Practice DEA 모형은 프론티어에 위치한 비효율적 DMU들을 찾는 것이 목표함수이므로 비효율적이라고 평가되기 위한 투입변수와 산출변수를 정의해야 한다. 그러므로 적을수록 또는 낮을수록 비효율적인 투입 변수와 많을수록 또는 높을수록 비효율적인 산출물 변수를 정의한다.

본 연구에서 Worst Practice DEA 모형의 사용은 매출액, EBITDA, 당기순이익 등 성과지표 대비 자본조달구조의 효율성을 측정하기 위한 것이다. 기업의 자본조달구조에 악영향을 미치는 요인을 선정하기 위해 산출변수로는 클수록 또는 높을수록 비효율적 프론티어에 놓일 가능성이 큰 차입금, 총부채, 금융비용 등으로 선정했다. 또한, Worst Practice DEA 모형의 투입변수를 DEA 모형의 산출변수와 동일하게 선정하였다. 이것은 동일한 성과지표를 기준으로 투입자산 등에 대비 성과지표들이 효율적인 DMU라 할지라도 조달한 차입금 등 대비 성과지표들이 비효율적일 수 있는 DMU들이 존재하고 반대의 DMU들도 존재할 수 있음을 확인하기

위함이다.

본 연구에서는 R-프로그램을 이용하여 기업들의 효율성을 분석하였다. 첫 번째 DEA 모형에서는 총자산, 3년 평균 CAPEX, 종업원 수 등의 투입변수 대비 매출액, EBITDA, 당기순이익 등 성과지표의 산출정도에 대한 효율성을 측정하고 비효율성의 원인이 규모에 의한 것인지, 운영상에 의한 것인지를 분석하였다.

두 번째 Worst Practice DEA 모형에서는 매출액, EBITDA, 당기순이익 등 성과지표 투입변수 대비 차입금, 총부채, 금융비용 등의 산출변수에 대한 비효율성 정도를 측정하였다.

마지막으로 기업의 경영성과는 투입된 자산만이 영향을 미치지 않고 투입자산을 위해 조달한 자본과 자본비용 등이 상호 영향을 미친다는 것에 근거하여 본 연구에서 제안한 DEA 교차분석을 실시하였다. 이를 통해 경영성과 대비 투입자산과 자본조달 양측면에서의 효율성 분석과 개선방향을 제시하고자 한다. 최종적으로 선정한 변수는 <표 1>과 같다.

<표 1> 투입변수 및 산출변수

구분	정상 DEA	Worst Practice DEA
투입 변수	총자산	매출액
	3년 평균 CAPEX 증감액	EBITDA
	종업원 수	당기순이익
산출 변수	매출액	차입금
	EBITDA	총부채
	당기순이익	금융비용

※ CAPEX 증감액 = 현금흐름표상의 유무형자산의 증감액, EBITDA = 영업이익+유무형자산 감가상각.

4. 결과 분석

4.1 DEA 분석을 통한 효율성 분석

총자산 등 투입물 대비 경영성과 산출물에 대한 효율성 분석을 위해 CCR 모형 및 BCC 모형을 각각 사용하여 효율성을 분석하였으며, 규모의 효율성(SE, Scale Efficiency)을 분석하였다.

〈표 2〉 DEA 효율성 측정 결과(산출기준)

DMU	CCR(TE)	BCC(PTE)	SE	비효율성원인		규모의 수익	
				PTE	SE	$\sum\lambda$	RTS
DMU1	0.751	0.925	0.812		●	0.815	Increasing
DMU2	0.456	0.508	0.898	●		1.404	Decreasing
DMU3	0.531	0.534	0.994	●		1.123	Decreasing
DMU4	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU5	0.845	0.878	0.962	●		3.070	Decreasing
DMU6	0.616	0.675	0.913	●		1.956	Decreasing
DMU7	0.636	1.000	0.636		●	0.245	Increasing
DMU8	0.770	1.000	0.770		●	5.771	Decreasing
DMU9	0.693	1.000	0.693		●	0.616	Increasing
DMU10	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU11	0.546	0.608	0.890	●		2.037	Decreasing
DMU12	0.720	0.983	0.732		●	5.896	Decreasing
DMU13	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU14	0.634	0.634	1.000	●		1.219	Decreasing
DMU15	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU16	0.719	0.962	0.747		●	6.273	Decreasing
DMU17	0.813	0.864	0.941	●		0.855	Increasing
DMU18	0.931	1.000	0.931		●	5.685	Decreasing
DMU19	0.881	0.998	0.883		●	2.815	Decreasing
DMU20	0.421	1.000	0.421		●	0.343	Increasing
DMU21	0.658	0.733	0.898	●		1.640	Decreasing
DMU22	0.945	1.000	0.945		●	3.454	Decreasing
DMU23	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU24	0.422	1.000	0.422		●	0.769	Increasing
DMU25	1.000	1.000	1.000	●		1.000	Constant
DMU26	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU27	0.948	1.000	0.948		●	4.951	Decreasing
DMU28	1.000	1.000	1.000			1.000	Constant
DMU29	0.890	0.926	0.961	●		0.696	Increasing
DMU30	0.866	1.000	0.866		●	2.199	Decreasing
DMU31	0.968	0.975	0.993	●		0.876	Increasing
DMU32	0.783	0.930	0.842		●	0.541	Increasing
DMU33	0.700	0.787	0.889	●		2.293	Decreasing
평균	0.79	0.91	0.88	CRS : 8개, DRS : 16개, IRS : 9개			

<표 2>는 산출기준 CCR 모형 및 BCC 모형을 이용하여 측정된 효율성 값을 나타낸다. CCR에서 효율성 값이 1인 DMU는 SE에서도 효율성 값이 1을 나타내므로 이들 DMU 기업들은 효율적 운영을 하고 있으며, 규모 또한 제대로 이용하고 있다고 할 수 있다. CCR 모형에서 효율성 값이 1인 효율적 DMU 기업은 DMU4, DMU10, DMU13, DMU15, DMU23, DMU25, DMU26, DMU28으로 총 8개로 나타났으며, 효율성 값의 평균은 0.790으로 집단 내에서 평균 이하의 효율성 값을 보이는 기업은 16개 이고, 규모에 대한 수익불변 가정의 CCR 모형에서는 약 75.8%가 비효율적인 것으로 나타나 자동차 차체 부품기업중 약 24.24%만이 효율적으로 운영되고 있는 것으로 나타났다.

규모의 상태가 최적이지 아닌 규모의 경제성과 비경제성을 동시에 고려한 BCC 모형에서 효율성 값이 1인 효율적 DMU 기업은 DMU4, DMU7, DMU8, DMU9, DMU10, DMU13, DMU15, DMU18, DMU20, DMU22, DMU23, DMU24, DMU26, DMU27, DMU28, DMU30으로 CCR 모형에서 보다 8개 증가한 총 16개로 나타났다.

그 외 나머지 DMU 기업들은 BCC 모형 기준의 효율성 값이 1로 효율적이지만 CCR 모형 기준의 효율성 값이 낮기 때문에 기업의 내부 운영은 효율적이었으나 규모의 측면에서 비효율적인 것으로 볼 수 있다. 결국 이러한 DMU 기업들은 규모를 조정함으로써 비효율성을 제거 할 수 있을 것이다.

SE 분석을 통해 CCR 모형 기준의 효율성 값과 BCC모형 기준의 효율성 값 둘 다 1이 아닌 DMU 기업들은 비효율성의 원인이 운영측면인지 규모측면인지 확인해 볼 수도 있다.

예를 들어 DMU21의 경우 BCC 모형 효율성 값이 0.733이고 SE 효율성 값이 0.898이므로 DMU21 기업의 비효율성의 원인은 운영의 비효율성에 의한 것이 더 크므로 향후 효율성 개선을 위해선 운영의 비효율성을 적극적으로 줄여나가야 할 것이다.

국내 자동차 차체부품을 제조하는 33개 기업들의 효율성 값을 분석해 보면 CCR 모형에 의한 효율성

은 약 36%, BCC 모형에 의한 효율성은 약 69%가 0.9 이상의 효율성 값을 나타내고 있다. 이것을 운영 효율성(순수효율성)과 규모적인 효율성에서 비교한다면 자동차 차체부품기업들의 효율성은 규모에 의한 효율성 보다 내부운영에 의한 효율성이 다소 높다.

4.2 Worst Practice DEA 모형 비효율성 분석

<표 3>은 경영성과 대비 자본조달 측면의 비효율성 분석한 결과 값을 나타낸 것이다. CCR에서 비효율성 값이 1인 DMU는 SE에서도 비효율성 값이 1을 나타내므로 이들 DMU기업들의 자본구조는 비효율적이라고 할 수 있다.

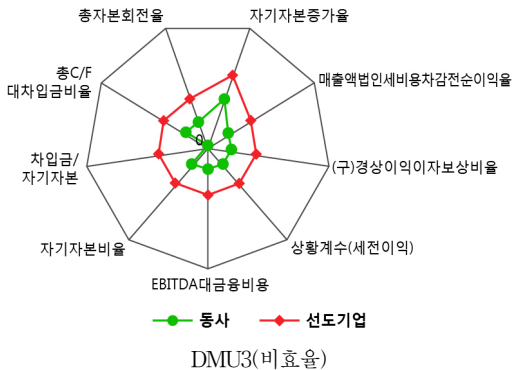
CCR 모형에서 비효율성 값이 1인 비효율적 DMU 기업은 DMU3, DMU6, DMU7, DMU11, DMU15, DMU19, DMU20, DMU24, DMU27, DMU31로 총 10개로 나타났으며, CCR 모형에서는 자동차 차체 부품기업중 약 30% 기업의 자본조달구조가 성과지표대비 비효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형에서 비효율성 값이 1인 비효율적 DMU 기업은 DMU4, DMU6, DMU7, DMU11, DMU13, DMU15, DMU16, DMU19, DMU20, DMU24, DMU27, DMU31로 CCR 모형에서 보다 2개 증가한 총 12로 나타났다. 그러나, BCC 모형에서 새롭게 추가된 효율적 DMU 기업 2개중 DMU16 기업은 BCC 모형 기준의 비효율성 값이 1이며, CCR 모형 기준의 비효율성 값이 0.945로 전체적인 자본조달 효율성 측면에서 본다면 내부의 자본운영효율성 측면과 자본규모의 측면에서 크게 차이가 나지 않는다고 볼 수 있다.

국내 자동차 차체부품을 제조하는 33개 기업들의 경영성과 대비 자본조달 측면의 비효율성 값을 분석해보면 CCR 모형에 의한 비효율성은 약 42%, BCC 모형에 의한 비효율성은 약 52%가 0.9 이상의 비효율성 값을 나타내고 있다. 이것은 자본조달 측면에서 운영과 규모적인 비효율성을 비교한다면 자동차 차체부품기업들의 비효율성은 규모에 의한 비효율성 보다 내부운영에 의한 비효율성이 다소 높다고 할 수 있다. 결국, 규모의 비효율성보다 내부 운영적 비효율성을 줄여야 할 것이다.

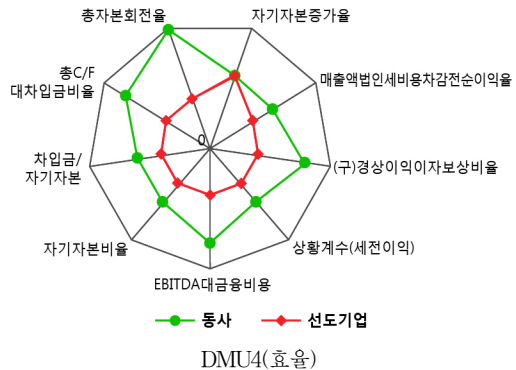
〈표 3〉 Worst Practice DEA 비효율성 측정 결과(산출기준)

DMU	CCR(TE)	BCC(PTE)	SE	효율성원인		규모의 수익	
				PTE	SE	$\Sigma\lambda$	RTS
DMU1	0.743	0.776	0.958	●		0.766	Increasing
DMU2	0.898	0.927	0.970	●		2.083	Decreasing
DMU3	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU4	0.340	0.372	0.913	●		6.024	Decreasing
DMU5	0.678	0.696	0.974	●		2.178	Decreasing
DMU6	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU7	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU8	0.936	0.988	0.948		●	4.427	Decreasing
DMU9	0.434	0.442	0.981	●		1.754	Decreasing
DMU10	0.966	0.973	0.992	●		0.939	Increasing
DMU11	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU12	0.652	0.774	0.842	●		7.157	Decreasing
DMU13	0.637	1.000	0.637		●	37.946	Decreasing
DMU14	0.365	0.365	0.999	●		1.039	Decreasing
DMU15	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU16	0.945	1.000	0.945		●	3.093	Decreasing
DMU17	0.530	0.545	0.972	●		1.530	Decreasing
DMU18	0.531	0.679	0.782	●		12.597	Decreasing
DMU19	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU20	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU21	0.753	0.756	0.997	●		1.929	Decreasing
DMU22	0.509	0.514	0.991	●		0.738	Increasing
DMU23	0.390	0.397	0.981	●		0.889	Increasing
DMU24	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU25	0.354	0.372	0.951	●		1.902	Decreasing
DMU26	0.349	0.369	0.947	●		3.363	Decreasing
DMU27	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU28	0.819	0.838	0.977	●		1.175	Decreasing
DMU29	0.960	0.998	0.962		●	0.773	Increasing
DMU30	0.704	0.723	0.974	●		11.304	Decreasing
DMU31	1.000	1.000	1.000			1	Constant
DMU32	0.860	0.869	0.990	●		1.123	Decreasing
DMU33	0.832	0.959	0.868		●	2.807	Decreasing
평균	0.763	0.798	0.956	CRS : 10개, DRS : 18개, IRS : 5개			

최근 재무평점 비교 : 동사 vs 동종업계 선도기업



최근 재무평점 비교 : 동사 vs 동종업계 선도기업



[그림 2] 자본구조 효율성 값과 실제 기업의 재무평점 비교

Worst Practice DEA에서 자본조달구조가 비효율적이라고 나타난 DMU3과 효율적이라고 나타난 DMU4의 실제 기업의 재무평점(한국신용평가정보)을 비교해 보면, [그림 2]와 같다.

4.3 DEA 교차모형 효율성 분석

DEA 교차분석은 실제 현실에서 최적의 규모 상태로 기업이 운영될 수는 없다는 현실적 상황을 고려하여 BCC 모형에 의해 분류된 집단을 대상으로 분석을 실시하였다.

DEA에서 효율적이라고 평가된 DMU들 중 DMU7, DMU13, DMU15, DMU20, DMU27는 Worst Practice DEA에서는 비효율적 DMU로 나타났다. 이들 DMU는 총자산 등 투입변수대비 매출액 등의 산출이 효율적이긴 하나 총부채, 차입금, 금융비용 등 자본조달 측면에서는 비효율적인 것으로 나타나기에 동일한 경영성과를 기준으로 투입자산 등이 효율적임에도 불구하고 자본조달 등의 적절한 개선이 필요한 것으로 판단된다.

이러한 점을 미루어 볼 때, 투입자산대비 산출 성과 지표가 효율적이라고 하더라도 자본조달 측면에서 비효율적이라면, 또는 반대의 경우라면, 기업의 경영 효율성 분석시 투입자산대비 산출의 정도를 기업의 이익규모면에서만 분석할 것이 아니라 자본조달의 효율성 분석이 동시에 이루어질 필요가 있을 것이다.

<표 4>는 DEA 모형에서는 효율적으로, Worst Practice DEA 모형에서는 비효율적으로 나타난 DMU들의 RTS(Return to Scale)를 정리한 것이다.

DEA에서 효율적으로 평가된 DMU들 중 자본조달 측면에서는 비효율적인 DMU7, DMU20은 총자산, CAPEX, 종업원 수 등 투입변수의 증가율보다 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 산출변수의 증가율이 더 크고, 동시에 차입금, 총부채, 금융비용 등의 증가율과 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 증가율은 동일하다. 그러므로 시설투자 등 자산에 대한 투자 결정시 외부자금을 통한 투자금 조달은 현재 비효율적인 자본조달구조를 더욱 악화시킬 수 있다.

DMU7, DMU20은 외부자금 조달이 아닌 다른 방법을 모색하는 것이 경영효율성 측면에서 더 적절할 것으로 판단된다.

DMU13은 총자산, CAPEX, 종업원 수 등 투입변수의 증가율과 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 산출변수의 증가율이 동일하고, 동시에 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 증가율보다 차입금, 총부채, 금융비용 등의 증가율이 더 적다. 그러므로, 현재 자본조달측면에서 비효율적이긴 하나 만약 투자에 대한 의사결정이 이루어진다면, 일정수준의 외부자금 조달을 통한 투자는 경영효율성 측면에서 고려될 수 있을 것으로 판단된다.

〈표 4〉 DEA 교차분석 1

DMU	RTS	
	DEA (효율적)	Worst Practice DEA (비효율적)
7	Increasing	Constant
13	Constant	Decreasing
15	Constant	Constant
20	Increasing	Constant
27	Decreasing	Constant

〈표 5〉 DEA 교차분석 2

DMU	RTS	
	DEA (비효율적)	Worst Practice DEA (효율적)
1	Increasing	Increasing
2	Decreasing	Decreasing
5	Decreasing	Decreasing
12	Decreasing	Decreasing
14	Decreasing	Decreasing
17	Increasing	Decreasing
21	Decreasing	Decreasing
29	Increasing	Increasing
32	Increasing	Decreasing
33	Decreasing	Decreasing

- ※ Increasing : 투입변수의 증가율보다 산출물의 증가율이 더 높은 상태
 Decreasing : 투입변수의 증가율보다 산출물의 증가율이 더 낮은 상태
 Constant : 투입변수의 증가율과 산출물의 증가율이 동일한 상태

DMU15는 총자산, CAPEX, 종업원 수 등 투입변수의 증가율과 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 산출변수의 증가율, 차입금, 총부채, 금융비용 등의 증가율이 모두 동일하다. 때문에 DMU15는 투자를 통한 경영성과 효율성 개선보다 DMU15는 자본조달 측면 비효율적 부분을 개선시키는 것이 경영효율성 측면에서 방안이 될 수 있을 것이다. DMU27은 총자산, CAPEX, 종업원 수 등 투입변수의 증가율보다 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 산출변수의 증가율이 더 적고, 동시에 차입금, 총부채, 금융비용 등의 증가율과 매출액, EBITDA, 당기순이익 등의 증가율은 동일하다. 그러므로, 자산투자를 통한 효율성

증대보다 비효율적인 자본구조를 개선하고 투자자산 대비 경영성과 측면이 효율적이지만 현재 보유 자산 등이 성과지표 대비 다소 비대한 상태로 나타나 자산 등의 구조적 축소가 효율적 방안이 될 수 있다.

〈표 5〉는 DEA 모형에서 비효율적으로, Worst Practice DEA 모형에서는 효율적으로 나타난 DMU들의 RTS를 정리한 것이다.

〈표 5〉에서 나타나듯 정상 DEA에서 비효율적으로 평가된 DMU들 중 자본구조 측면에서는 효율적인 DMU17, DMU33은 총자산 등 투입변수의 증가율보다 매출액 등의 산출변수의 증가율이 더 크고, 동시에 차입금의 증가율 보다 매출액 등의 증가율 더 크다.

그러므로, 매출액 등 성과지표를 높이기 위한 총자산 등에 대한 투자를 차입금으로 조달하는 재무적 전략도 하나의 방안이 될 수 있을 것이다. 그 외 RTS가 IRS, IRS 나온 DMU들은 총자산 등의 증가율 대비 매출액 등의 증가율이 더 크나 동시에 차입금의 증가율이 매출액 등의 증가율보다 크기 때문에 총자산 등 투입변수에 대한 투자시 외부자금인 차입금 등의 조달을 통한 투자는 지양하는 것이 효율적인 방법이 될 수 있다.

그 외 RTS가 DRS, DRS인 DMU들은 총자산 등의 증가율 대비 매출액 등의 증가율이 더 적고 동시에 차입금의 증가율이 매출액 등의 증가율보다 적다. 때문에 외부자금 조달을 통한 투자보다 현재 보유 자산 등이 성과지표 대비 비대한 상태로 자산 등의 구조적 축소가 더 효율적인 방법이 될 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 현대기아자동차에 자동차 차체부품을 납품하는 1차 협력업체 33개 기업을 대상으로 DEA를 이용한 투입자산 대비 경영성과간의 효율성 측정과 Worst Practice DEA 이용하여 조달자본 대비 경영성과간의 효율성을 각각 측정하였다. 또한 DEA와 Worst Practice DEA를 응용하여 경영성과에 대한 효율성 측정시, 투입자산과 자본조달을 동시에 고려

할 수 있는 DEA 교차방법을 제안하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, DEA 분석에서 각 DMU들의 효율성을 CCR, BCC, SE로 구분하여 분석함으로써 비효율성의 원인이 무엇인지를 제시하였다. 분석 결과, 국내 자동차 차체 생산 기업들의 효율성은 CCR 모형에 의한 효율성은 약 36%, BCC 모형에 의한 효율성은 약 69%가 0.9 이상의 효율성 값을 나타내고 있어 자동차 차체 부품 기업들은 규모에 의한 효율성 보다 내부운영에 의한 효율성이 다소 높아 적절한 규모의 활용을 통해 규모의 비효율성을 축소해야 한다는 결론을 도출했다.

이것은 자동차 부품을 제조하는 대다수의 기업들이 보유자산을 통한 적절한 수준의 매출액 등 성과지표를 달성하고 있지 못하고 있다고 볼 수 있다.

둘째, Worst Practice DEA 분석을 통해 각 DMU들의 경영성과와 자본조달간의 효율성을 분석하였다. 자본조달 측면에서는 CCR 분석과 BCC 분석에서의 비효율적 DMU들은 큰 차이가 발생하지 않았고, 차체부품 제조기업들의 경영성과 대비 자본조달 측면의 비효율성 값은 CCR 모형에 의한 비효율성은 약 42%, BCC 모형에 의한 비효율성은 약 52%가 0.9 이상의 비효율성 값을 나타내고 있다. 이것은 자본조달 측면에서 자동차 차체부품기업들의 비효율성은 규모에 의한 비효율성 보다 내부운영에 의한 비효율성이 다소 높다고 할 수 있다. 결국, 규모의 비효율성보다 내부운영적 비효율성을 줄여야 할 것으로 판단된다.

셋째, 기업이 적절한 투자를 통해 효율적 경영성과를 내는 것은 효율적 자본조달이 동시에 이루어져야 할 필요가 있다. 본 논문에서는 이러한 점에 착안하여 DEA 교차분석방법을 통해 투자자산의 효율성 개선과 동시에 자본조달의 효율성 개선에 대한 분석을 실행하였다. 분석 결과를 바탕으로 DEA 모형과 Worst Practice DEA 모형에서 효율적 DMU가 다르게 나타난 DMU들의 경영효율성 개선에 대한 방안을 제시하였다.

본 연구의 학문적, 실용적 의의는 첫째, 기존의 자동차 부품기업의 효율성에 대한 대부분의 연구들은 매출액 등 성과지표에 대한 분석(투입자산대비 산출

성과)연구들이 주를 이루고 있다.

본 연구는 DEA를 이용한 경영성과 대비 투입자산과 자본조달의 효율성을 동시에 고려한 첫 번째 효율성 분석 연구라는데 의의가 있다.

둘째, 본 연구에서 제시한 DEA 교차분석 방법을 실제 기업의 경영효율성 진단시 하나의 방법론으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 다양한 산업 내 경영자들에게 경영효율성 개선을 위한 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 이러한 기여에도 불구하고 본 연구의 한계점은 DEA 모형을 이용한 효율성 분석시, 투입변수와 산출변수의 선택에 따라 연구의 결과가 달라질 수 있다는데 있다. 따라서 본 연구의 결과를 실무에 적용시 해당산업의 특성과 최근 산업 내 변화 및 흐름 등을 감안하여 투입변수와 산출변수의 적절한 선택이 수반된다면, 기업의 의사결정권자들에게 경영효율성 개선을 위한 의미 있는 결과를 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 박정현, 김원중, “제조기업의 경영효율성 분석에 관한 연구”, 『한국산업경영시스템학회지』, 제25권, 제5호(2002), pp.22-30.
- [2] 서옥환, 임성목, “DEA를 이용한 자동차 부품업체의 공급사슬 성과 측정”, 『한국SCM학회지』, 제11권, 제2호(2011), pp.750-85.
- [3] 신정훈, 황승준, “DEA와 로지스틱회귀분석을 이용한 자동차 부품기업의 효율성 분석 및 재무전략”, 『한국경영과학회』, 제41권, 제1호(2016), pp.127-143.
- [4] 우남수, 윤상흠, 박종현, “자동차부품기업의 효율성평가에 관한 연구”, 『한국의사결정학회지』, 제18집, 제1호(2010), pp.1-200.
- [5] 이정동, 오동현, 『효율성 분석 이론』, 2판, (주)지필미디어, 2013.
- [6] 조형국, 이철규, 유왕진, “DEA를 이용한 자동차 부품기업의 효율성 평가에 관한 연구”, 『한국산학기술학회지』, 제15권, 제2호(2014), pp.609-615.

- [7] 하귀룡, 최석봉, “비모수 검정을 활용한 자동차 기업의 상대적 효율성 평가”, 『한국지식경영학회지』, 제15권, 제2호(2014), pp.147-164.
- [8] Ali, A.I. and L.M. Seiford, “Translation Invariance in Data Envelopment Analysis,” *Journal of Operations Research*, Vol.9, No.6(1990), pp.403-405.
- [9] Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol.30, No.9(1984), pp.1078-1092.
- [10] Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, “The Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6(1978), pp.429-444.
- [11] Cielen, A., L. Peeters, and K. Vanhoof, “Bankruptcy prediction using a data envelopment analysis,” *European Journal of Operational Research*, Vol.154, No.2(2004), pp.526-532.
- [12] Farrell, M.J., “The Measurement of Productivity Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society, Series A(General)*, Vol.120, No.3 (1957), pp.253-290.
- [13] Ghiyasi, M., “On inverse DEA model : The case of variable returns to scale,” *Computers and Industrial Engineering*, Vol.87(2015), pp. 407-409.
- [14] Jahanshahloo, G.R., M. Soleimani-Damaneh, and S. Ghobadi, “Inverse DEA under inter-temporal dependence using multiple-objective programming,” *European Journal of Operational Research*, Vol.240, No.2(2015), pp. 447-456.
- [15] Lim, D.-J., “Inverse DEA with frontier changes for new product target setting,” *European Journal of Operational Research*, Vol.254, No.2(2016), pp.510-516.
- [16] Paradi, J.C., M. Asmild, and P.C. Simak, “Using DEA and Worst Practice DEA in Credit Risk Evaluation,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol.21, No.2(2004), pp.153-165.
- [17] Premachandra, I.M., G.S. Bhabra, and T. Sueyoshi, “DEA as a tool for bankruptcy assessment : A comparative study with logistic regression technique,” *European Journal of Operational Research*, Vol.193, No.2(2009), pp.412-424.
- [18] Premachandra, I.M., Y. Chen, and J. Watson, “DEA as a tool for predicting corporate failure and success : A case of bankruptcy assessment,” *Omega*, Vol.39, No.6(2011), pp.620-626.
- [19] Scheel, H., “Undesirable output in efficiency valuations,” *European Journal of Operational Research*, Vol.132, No.2(2001), pp.400-410.
- [20] Seiford, L.M. and J. Zhu., “Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 142, No.1(2002), pp.16-20.
- [21] Shephard, R.W., “Cost and production functions,” *Princeton University Press*, New Jersey (1953).
- [22] Simar, L. and P.W. Wilson, “Estimating and bootstrapping Malmquist indices,” *European Journal of Operational Research*, Vol.115, No.3(1999), pp.459-471.
- [23] Sueyoshi, T., “Mixed integer programming approach of extended-discriminant analysis,” *European Journal of Operational Research*, Vol.152, No.1(2004), pp.45-55.
- [24] Wei, Q., J. Zhang, and X. Zhang, “An inverse DEA model for inputs/outputs estimate,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 121, No.1(2000), pp.151-163.