

## 3차원 DEA를 이용한 조달자본과 투입자산의 재무효율성 분석

신정훈(단독저자)

한양대학교 대학원 경영학 박사  
(sjhun1909@hanmail.net)

기업의 효율성을 평가하는 방법 중 비모수적 방법으로 가장 널리 사용되고 있는 것이 DEA모형이다. 그러나, 국내의 대다수의 연구들은 투입변수 대비 경영성과를 기준으로 한 효율성 분석 연구가 주를 이루고 있고 기업의 경영성과를 자본조달 측면에서 분석한 효율성 연구는 부족하다. 또한, 기업의 경영성과는 투입된 자산뿐만 아니라 조달된 자본의 크기 등에 의해서도 영향을 받기 때문에 투입자산과 자본조달 관련 변수를 동시에 고려한 효율성 분석 방법론이 필요하다. 그러나, 효율적 프론티어에 기반한 DEA모형은 효율성에 하향적 영향을 주는 변수를 그대로 사용할 수 없는 한계를 지니고 있다. 그러므로 자본조달과 관련된 차입금, 총부채등에 대한 변수를 직접적으로 고려하기에는 부적합하다.

본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 거리함수 모형의 프론티어를 재설계하여 동일한 경영성과 대비 투입자산측면과 자본조달측면을 동시에 분석할 수 있는 새로운 효율성 분석모형을 제시하였다. 이것은 부정적 변수를 사용할 수 없는 기존 DEA모형의 한계점을 극복하고 투입자산대비 경영성과 측면의 효율성 분석에 국한된 모형의 한계점을 해결할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 학문적 의의는 프론티어의 재설계를 통해 기업의 경영성과에 대한 효율성 측정을 투입자산과 자본조달 측면에서 동시에 고려한 국내외 첫 번째 효율성 분석 연구이며, 투입자산과 자본조달의 효율성을 동시에 고려할 수 있는 3차원 DEA분석이라는 새로운 모형을 제시하여 검증하였다는 것이다.

주제어: DEA, 효율성, 자본조달, 3차원 DEA, 재무효율성

### 1. 서론

기업의 사업성과는 외부 및 내부환경의 영향을 크게 받지만, 기업이 보유한 비용구조, 자산구조와 같은 기업의 구조적 요인들에 의해서도 영향을 받는다. 기업 내부의 구조적 요인 변화는 투자한 자산구조 뿐만 아니라 자산에 투자된 자금을 어떻게 조달했는지에 따라 달라지는 자본조달구조와도 연관되어 있다. 예를들면 기업이 경기활황에 대응하기 위해 투자를 결정하면 이로 인해 채고자산 또는 유형자산이 증가되어 기업의 자산구조가 바뀐다. 이러한 자산의 증가는 자본의 증가를 수반하게 되고 이때, 자

금조달방법에 따라 타인자본과 자기자본의 상대적 크기 차이로 기업의 자본구조가 변하게 된다. 결국, 기업의 자산구조와 자본구조 변동은 비용구조를 변화시켜 기업의 경영성과에 영향을 미치게 된다. 이러한 연관성을 고려하면 기업은 투자한 자산을 통해 효율적 경영성과를 실현하기 위해서는 자본조달측면에서도 효율적이어야 할 것이다.

기업의 가치는 창출하고 있는 경영성과로 표현된다. 이러한 경영성과는 기업이 사업을 운영하기 위해 보유한 자산으로 부터 발생하는 영업위험과 타인으로부터 조달한 차입으로 인한 재무위험에 영향을 받는다. 그러므로 기업의 재무효율성 분석시 자산의 운영 측면과 타인자본의 조달 측면을 동시에 고려해

야 한다.

대다수 중소기업들의 경우 시장에서의 자본조달 제약으로 자산에 대한 투자자금을 자기자본만으로 조달할 수 없어 금융기관으로부터 투자자금을 조달한다. 결국, 중소기업의 투자를 통한 경영성과 증대 노력은 금융부채와 같은 타인자본을 동시에 증가 시키게 될 것이다

본 연구에서는 차입금, 총부채등을 경영성과 증대 시 중소기업들에게 발생하는 회피불가능한 부정적 산출물로 정의하였다. 그러나, 전통적 재무관리 이론 하에서는 부채의 활용이 오히려 경영성과를 개선시키는 요인으로 작용할 수 있다는 주장도 있다. 예를 들면, 절세효과(Tax Shield)의 측면에서 부채사용의 확대는 법인세를 절감시킴으로써 경영성과 개선에 기여할 수 있다. 뿐만 아니라 부채의 사용 확대가 경영자가 유용할 수 있는 여유자금의 양을 감소 시키는 물론, 높은 파산 가능성에 기초해 과잉투자 유인을 완화시킴으로써 대리인 문제를 해소하는 수단이 될 수 있다.

본 연구는 타인자본의 사용량이 증가하면 비용이 증가하게 되어 경영성과에 부의 영향을 줄 것이라는 단순한 가정에서 시작한다.

Stephen et al(2005)의 연구에 의하면 금융부채(타인자본)는 긍정적인 면과 부정적인 면 모두를 가진다. 그럼에도 불구하고 금융부채 수준이 높은 기업의 미래 경영성과가 악화된다고 했다. 금융부채가 많은 기업은 평균적으로 미래의 경영성과가 악화되고 주가도 하락한다. 그 이유는 금융부채 수준이 높은 기업은 적기에 투자를 진행하지 못하고, 궁극적으로 경쟁자에 비해 낮은 성과를 내기 때문이라고 주장했다.

본 논문에서는 Stephen et al(2005)의 연구를 바탕으로 중소기업들이 조달하는 금융부채등 타인자

본은 경영성과에 하향적 영향을 미치는 부정적 산출물로 정의한다. 그러므로 투입자산 대비 산출물의 비율이 동일하다고 하더라도 차입금등의 부정적 산출물을 상대적으로 더 적게 발생시킨 기업에게 더 높은 경영성과 점수를 부여하는 것이 합리적일 것이다.

지금까지 DEA(Data Envelop Alaysis)를 이용한 대다수의 효율성 분석 연구들은 투입자산 대비 경영성과를 기준으로 한 연구가 주를 이루고 있고 기업의 경영성과를 자본조달 측면에서 분석한 효율성 연구는 찾아보기 힘들다. 또한, 기업의 경영성과는 투입된 자산뿐만 아니라 조달된 자본의 크기 등에 의해서도 영향을 받기 때문에 투입자산과 자본조달 관련 변수를 동시에 고려한 효율성 분석 방법이 필요하다. 그러나, DEA는 효율성에 상향적 영향을 미치는 긍정적 산출물만을 사용하고 부정적 산출물을 다루지는 못하는 한계점을 가지고 있으며(Scheel, 2001) 효율적 프론티어에 기반한 모형이기에 효율성에 하향적 영향을 주는 변수를 그대로 사용할 수 없는 한계를 지니고 있다(Joseph et al, 2004). 이러한 점들에 착안하여 본 연구에서는 거리함수 모형의 프론티어를 재설계하여 동일한 경영성과 대비 투입자산측면과 자본조달측면을 동시에 분석할 수 있는 새로운 효율성 분석모형을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시한 방법론은 기존의 DEA모형이 가지는 부정적변수 사용의 한계점과 투입자산대비 경영성과 측면의 효율성 분석에 국한된 연구들의 한계점을 해결하기 위한 것이다.

본 연구가 가지는 기존 효율성 연구와의 차별성은 첫째, 프론티어의 재설계를 통해 기업의 경영성과에 대한 효율성 측정을 투입자산과 자본조달 측면을 동시에 고려한 국내외 첫 번째 효율성 분석 연구이며, 투입자산과 자본조달의 효율성을 동시에 고려할 수 있는 3차원 DEA분석이라는 새로운 모형을 제시하

었다는 것이다. 기존의 효율성 분석 연구들은 투입 자산대비 경영성과 측면에서의 분석만을 다룬 연구이거나 DEA모형이 효율성에 하향적 영향을 미치는 부정적 변수를 다루지 못함에도 부정적 변수를 그대로 사용한 연구들이 대다수이기에 연구결과의 신뢰성에 한계가 있을 것으로 판단된다.

둘째, 효율성에 하향적 영향을 주는 부정적 산출물을 정의하고 해당 변수를 반영하여 효율성을 측정했다는 점이다. 지금까지 DEA를 활용한 효율성분석 방법은 차입금과 같은 부정적 산출물을 포함시켜 분석하지 못하기 때문에 투입물 대비 산출물의 비율이 동일하면 부정적 산출물의 창출과는 관계없이 동일한 효율성을 부여하는 문제점을 가지고 있다.

## II. 선행연구

Simar and Wilson(1999)는 전통적 DEA의 한계점으로 지적되고 있는 비모수적인 방법이라는 단점을 극복하기 위해 부스트랩방법을 적용하여 효율성 값에 신뢰성 구간을 설정하였다.

Scheel(2001)와 Seiford and Zhu (2002)는 BCC(Banker, Charnes and Cooper)모형에서 사용변수의 값을 선형변환해도 산출된 효율성 값에는 영향을 주지 않는다는 점(Ali AI and Seiford LM 1990)에 착안하여 부정적 산출물들을 선형변환시켜 DEA분석을 시도 하였다.

Joseph et al(2004)는 기존의 DEA방법은 효율성에 긍정적 영향을 미치는 투입변수와 산출변수만을 사용할 수 있기 때문에 비효율성에 영향을 미치는 투입변수와 산출변수의 사용에는 한계를 가진다고 했다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 효율성에

부정적 영향을 미치는 산출변수를 포함시킨 Worst Practice DEA 모형을 제안하였다.

Quanling et al(2000), Mojtaba (2015), Jahanshahloo et al(2015), Dong Joon(2016) 등은 현재의 효율성 값을 유지한 상태에서 투입변수를 증가시켜 산출변수를 최대한 증가시킬 수 있는지를 분석한 Inverse DEA분석방법을 제안하였다.

Jahanshahloo et al(2007)은 효율성을 측정 후 효율성 집단내에서도 우열을 나눌 수 있는 DEA 순위 시스템모형을 제시하였다.

Keramati and Shaeri(2014)은 네트워크 DEA를 이용하여 은행의 신용위험관리와 경영성과를 평가하고 은행의 신용위험관리가 은행의 경영성과에 긍정적 영향을 미친다고 주장하였다.

Powers and McMullen(2000)은 미국의 185개 상장기업을 대상으로 PER등 다양한 주가지수관련 변수들을 사용하여 비효율적 DMU(Decision Making Unit)들을 효율적 프론티어로 이동시키기 위해 투입변수 및 산출변수를 어떻게 조정해야 하는지를 연구하였다.

Anja et al(2004)는 DEA를 부도예측모형에 적용시켰다는 점에서 학문적 의의를 가진다. 다만, 음의 값을 가진 재무비율을 사용하기 위해선 선형변환시 효율성 값이 변하지 않는 BCC모형을 사용해야 하나 CCR(Charnes, Coper and Rhodes)모형을 적용한 한계점이 있다.

Sueyoshi(2004)는 기존의 연구들이 DEA모형을 적용시킨 부도예측모형이 더욱 우수하다는 것을 증명한 것과는 달리 DEA모형과 판별분석법을 혼합한 부도예측모형을 구축하였다.

Premachandra et al(2009)는 DEA를 적용한 부도예측모형과 로지스틱 회귀분석모형을 적용한 부도예측 값을 비교분석한 연구를 수행하였다. 다만,

일반적으로 운전자본의 증가는 부도리스크를 증가시키는 요인임에도 불구하고 운전자본을 부도율과 반비례하는 변수로 정의하여 연구결과의 한계점을 가진다.

Premachandra et al(2011)은 Super efficiency DEA모형을 적용해 효율성을 분석하였으며 assesement index 개발을 통해 부도를 예측하는데 활용하였다.

방향거리함수를 이용한 효율성 분석 연구사례들도 있다. Luenberger(1992)에 의해 처음 제시된 방향거리함수는 Färe et al(2005) 등에 의해 경제학 분야에서 널리 사용되었다.

Chung et al(1997)은 Shephard(1953)의 거리함수를 방향거리함수로 변환시켜 맘퀴스트 루엔버거 생산성지수를 도출하였고 Boussemart et al(2003)는 생산성지수 측정시 맘퀴스트의 생산성 지수가 루엔버거의 생산성 지수보다 더 높게 추정된다고 주장하였다. 이로한 방향거리함수는 Färe et al(2005)와 Färe et al(2006)에 의해 유해한 산출물을 포함시키는 연구까지 확장되었다.

### III. 연구 방법 및 모형설계

#### 3.1 제1절 연구방법

본 연구에서는 자동차 차체부품을 제조하는 1차 협력업체 33개를 대상으로 R-프로그램을 이용하여 자산 측면과 자본조달 측면이 모두 반영된 효율성을 측정하였다. 표본에 사용된 기업은 현대기아자동차에 자동차 차체를 납품하는 기업 중 외부회계감사를 받는 기업으로 한정하였다. 이를 통해 표본의 동질성을 향상시켜 표본에 의한 오류를 줄이고자 하였

다. 기업의 효율성 분석시 투입물 대비 경영성과지표 산출이 효율적인 것으로 분석되더라도 차입금등 자본조달 측면에서 비효율적인 DMU가 존재할 수 있다. 그러므로 투입대비 경영성과지표만을 기준으로 기업에 대한 재무효율성을 분석하거나 자본조달 대비 경영성과지표만을 분석하는 것은 효율성 측정에 오류를 범할 수 있다.

본 연구에서는 거리함수 모형의 프론티어를 재설계한 3차원 DEA분석 모형을 제시 한다. 이를 통해 기업의 경영성과에 대한 효율성 측정을 투입자산 뿐만 아니라 조달된 자본의 효율성도 동시에 측정할 수 있게 하였다. 또한, 투입자산과 자본조달 양 측면에서 기업의 효율성을 분석할 수 있는 RTS(Return to Scale)방법을 설명하고, 투입자산측면과 자본조달 측면이 모두 반영된 효율성 순위를 측정하였다.

기업이 투입자산 대비 동일한 산출물을 발생 시켰다고 하더라도 차입금과 같은 부정적 산출변수를 상대적으로 더 적게 발생시킨 기업에게 더 높은 경영성과 점수를 부여하는 것이 합리적일 것이다. 그러므로 기업의 효율성 측정시, 투입자산대비 긍정적 산출물과 부정적 산출물을 동시에 고려하여 분석해야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 기업의 경영성과에 하향적 영향을 미치는 차입금, 총부채 등의 산출물을 비효율적 프론티어의 변수로 설정하였다.

#### 3.2 제2절 3차원 DEA분석 모형

DEA모형에서 효율적 프론티어에 위치한 DMU들은 적게 투입 될수록 효율적이라고 평가되는 투입 변수와 많이 생산 될수록 효율적이라고 평가되는 산출물 변수로 정의한다. 즉 효율성 값에 긍정적 영향을 주는 투입과 산출 변수만을 다룰 수 있고 효율적으로 변화하는 것에 부정적 영향을 주는 절대적 크

기의 변수들은 다루기 어렵다.

기업은 수익성 증대를 위해 재고자산 또는 유형자산의 증대 등을 고려하게 되므로 투자자산에 대한 이익수준을 경영성과의 지표로 사용한다. 그러나 투자는 자본조달이라는 과정이 선행되고 대다수의 중소기업들은 자본시장에서의 자금조달 제약으로 금융기관의 차입금과 같은 외부차입으로 투자자금을 조달한다. 결국, 대다수 중소기업들의 투자를 통한 수익증대 활동은 차입금과 같은 효율성에 부정적 영향을 미치는 산출물을 동시에 증가 시키게 될 것이다. 그러므로 자본조달 측면을 고려하지 않은 효율성 분석의 결과 값은 한계를 가지게 된다.

본 연구에서는 기업의 경영성과에 하향적 영향을 미치는 것으로 정의한 차입금, 총부채 등과 같은 변수를 수익성 증가에 수반하여 발생하는 회피 불가능한 부정적 산출변수로 정의하였다. 이를 통해 조달에서 투자 그리고 성과로 이어지는 하나의 흐름을 형성시켰으며, 이러한 흐름에 대한 분석을 3차원 DEA분석이라는 용어로 정의 하였다.

3차원 DEA분석 모형은 거리함수의 프론티어를 재설계한 것이며 효율적 프론티어와 비효율적 프론티어로 이루어진 3차원의 프론티어 모형으로 모두 산출 지향형으로 설정되어 있다. 이때 비효율적 프론티어의 투입변수는 효율적 프론티어의 산출변수로 설정하고, 산출변수는 투입물 대비 클수록 효율성에 부정적 영향을 미치는 변수로 정의한다.

이것은 자산구조 및 자본조달구조가 기업의 경영성과에 직간접적으로 영향을 미치기 때문에 동일한 경영성과변수 아래 효율적 프론티어의 투입변수와 비효율적 프론티어의 산출변수를 동시에 분석하기 위한 것이다. 또한 최종적으로 산출된 3차원 효율성 값은 자산구조 측면과 자본조달구조 측면의 효율성을 모두 반영시킨 효율성 값이 된다.

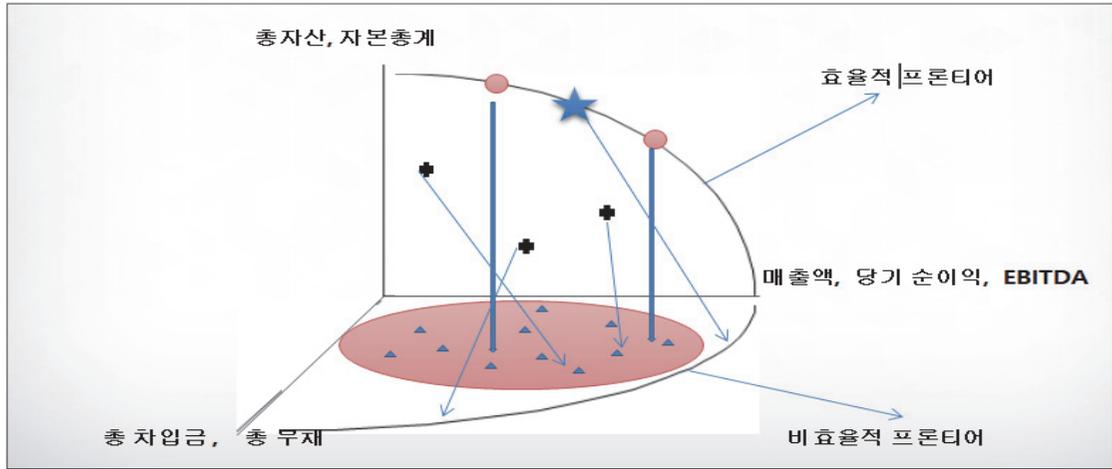
본 모형은 효율성 분석시 기업이 실현한 경영성과를 기준으로 긍정적 변수 및 부정적 변수가 모두 반영된 효율성 값을 측정할 수 있고, 자산구조 측면과 자본조달구조 측면의 효율성 개선방법을 동시에 제시 할 수 있을 것으로 기대한다.

DEA모형을 활용한 효율성의 순위 측정방법에는 Super-efficiency ranking method, Benchmark ranking method, Ranking with multivariate statistics, Canonical Corelation Analysis, Multi-criteria decision making 등이 있다(Adler et al 2002).

이중 가장 널리 사용되는 순위 측정방법은 Anderson and Petersen(1993)의 Super-efficiency ranking method이다. 이것은 효율적 DMU로 분류된 첫 번째 집단을 제거하고 다시 효율성을 분석하는 과정을 반복하여 순위를 정하는 방법이다. 이러한 순위 측정방법들은 추가적인 가정 설정이나 또 다른 모형의 사용, 반복적 작업등 인위적 가공을 통한 순위결정 방법이다. 본 연구에서 제안한 3차원 DEA분석 모형은 투입자산과 자본조달이 반영된 효율성 값을 도출할 수 있을 뿐만 아니라, 인위적 가공절차 없이 도출된 결과 값만을 기준으로 간단하고 손쉽게 효율성의 순위를 제시할 수 있는 장점을 가지고 있다.

〈그림 1〉은 3차원 DEA분석 모형을 도식화 한 것이며 스타모양(★)의 DMU는 투입자산과 경영성과의 효율성을 측정하는 평면에서는 효율적 프론티어 상에 존재한다. 동시에 자본조달과 경영성과 평면에서는 화살표가 비효율적 프론티어 상에 존재하여 자본조달대비 경영성과 측면에서는 비효율적임을 의미하는 것이다.

반면, 원모양(●)의 DMU는 투입자산과 경영성과의 효율성을 측정하는 평면에서도 효율적 프론티어 상에 존재하며 동시에 자본조달과 경영성과의 효율



〈그림 1〉 3차원 DEA분석 모형

성을 측정하는 평면에서도 화살표가 비효율적 프론티어상에 위치하고 있어 자본조달 측면에서도 효율적인 것으로 나타났다.

〈Stage3〉

$$\text{3차원 효율성 } \gamma = \frac{\theta^k + (1 - \alpha^k)}{2} \quad (6)$$

〈Stage1〉

$$\text{효율성 값 } \theta^k = \max \theta^k$$

subject to

$$x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \quad (m=1,2,\dots,M); \quad (1)$$

$$\theta^k y_n^k \leq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \quad (n=1,2,\dots,N); \quad (2)$$

〈Stage2〉

$$\text{비효율성 값 } \alpha^k = \max \alpha^k$$

subject to

$$y_n^k \geq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \quad (n=1,2,\dots,N); \quad (3)$$

$$\alpha^k z_p^k \leq \sum_{j=1}^J z_p^j \lambda^j \quad (p=1,2,\dots,P); \quad (4)$$

$$\lambda^j \geq 0, \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \quad (j=1,2,\dots,J) \quad (5)$$

J개의  $DMU_j(j=1, \dots, J)$ 는 M개의 투입물  $x_m$  ( $m=1, \dots, M$ )를 투입하여 N개의 산출물  $y_n$  ( $n=1, \dots, N$ )를 산출하고, N개의 투입물  $y_n$ 을 투입하여 P개의 산출물  $z_p$ 을 산출한다. k번째 관측치  $DMU_k$ 의 효율성 값은  $\theta^k$ , 비효율성 값은  $\alpha^k$ 로 나타내고 3차원 DEA분석모형의 효율성 값은  $\gamma$ 로 표현하며 본 연구에서는 이를 3차원 효율성 값이라 정의한다.

식(1)와 식(3)은 투입물에 대한 제약조건을 나타낸 것으로 이것은 투입요소와 산출물이 생산함수 프론티어 내에 존재하는 경우, 현재 수준의 산출물을 생산하기 위해 투입된 요소 보다 더 많은 양의 투입요소를 증가 시킨다고 해도 현재의 생산기술에서는 현재의 산출물이 항상 생산가능하다는 자유가처분의 특징을 나타낸다.

식(2)와 식(4)은 산출물 대한 제약조건을 나타낸

것으로 이것은 현재 수준보다 적거나 동일한 수준의 산출물은 추가적인 투입요소의 증가 없이 생산가능하다는 자유가처분의 특징을 나타낸다. 그리고 식 (5)는 규모의 가변을 가정한 제약식이다.

식 (6)은 효율적 프론티어의 효율성 값과 비효율적 프론티어의 비효율성 값을 반영한 효율성 식으로 3차원 효율성 값이라 정의한다.

### 3.3 제3절 변수선정

3차원 DEA분석 모형은 투입변수 대비 산출변수가 더 높을수록 효율적인 DMU들로 구성된 효율적 프론티어와 효율적 프론티어의 산출변수를 투입변수로 두고 투입변수 대비 더 높을수록 비효율적인 부정적 요소를 산출변수로 정의한 비효율적 프론티어로 이루어진 다차원의 프론티어 모형이다.

효율적 프론티어의 투입변수는 기업의 가용자산인 총자산과 가용 자기자본의 총합인 자본총계로, 산출변수는 기업이 운영한 자산의 성과인 매출액, EBITDA로 선정하였고 기업운영의 최종 산출물인 당기순이익으로 선정하였다.

본 연구에서 정의한 비효율적 프론티어는 매출액과 같은 경영성과 대비 조달자본의 구조가 어느 정도 비효율적인지를 측정하기 위한 것이므로 기업의

경영성과에 악영향을 미치는 요인들로 선정하였다. 산출변수로는 경영성과 대비 높을수록 비효율적 프론티어에 위치할 가능성이 높은 차입금, 총부채 등으로 선정했다. 그리고, 비효율적 프론티어의 투입변수를 효율적 프론티어의 산출변수와 동일하게 선정하였다. 이것은 동일한 경영성과를 기준으로 투입자산 측면에서는 효율적인 DMU라 할지라도 조달자본 측면에서는 비효율적일 수 있고 반대의 DMU도 존재하기 때문이다. 또한, 기업의 효율성 분석시 기업이 실현한 경영성과를 기준으로 긍정적 변수 및 부정적 변수가 모두 반영된 효율성을 분석할 수 있고 자산구조 측면과 자본조달구조 측면의 효율성 개선방법을 동시에 제공해줄 수 있다.

최종적으로 선정한 변수는 아래의 <표 1>에 정리하였다.

## IV. 결과 분석

### 4.1 제1절 3차원 DEA분석 모형을 이용한 효율성 분석

3차원 DEA분석은 최적의 규모 상태로 기업이 운

<표 1> 투입 및 산출변수

구 분	Efficient frontier	Inefficient frontier
투입 변수	총자산	매출액
	자본총계	당기순이익
		EBITDA
산출 변수	매출액	총 차입금
	당기순이익	
	EBITDA	총부채

영되기는 어렵다는 현실상황 등을 고려하여 BCC모형(규모가변 가정)을 적용하여 분석하였다. 투입자산 측면에서 효율적 프론티어에 위치한 DMU들 중 DMU13, DMU15, DMU16, DMU20는 자본조달 측면에서는 비효율적 프론티어에 위치한 것으로 나타났다. 이들은 총자산등 투입자산 측면에서는 효율적이거나 총부채, 차입금 등 자본조달 구조측면에서는 비효율적인 것으로 나타났다. 그러므로 투입자산이 효율적으로 운영되고 있음에도 불구하고 자본조달 구조측면에서는 효율성의 개선이 필요하다.

즉, 기업이 창출한 경영성과 지표가 투입자산 측면에서는 효율적이지만 자본조달 측면에서는 비효율적일 수 있고 반대의 경우도 존재할 수 있다는 것이다. 그러므로 기업의 효율성 분석시 기업이 창출한 경영성과를 투입자산 측면에서만 분석 할 것이 아니라 투입을 위해 조달한 자본에 대한 효율성 분석이 동시에 이루어져야 할 것이다. <표 2>는 3차원 DEA 분석의 결과 값을 나타낸 것이며 3차원효율성 값은 투입자산과 조달자본을 동시에 고려한 새로운 효율성 값을 표현한다.

## 4.2 제2절 RTS 분석

### 4.2.1 RTS분석 I

3차원 DEA분석모형의 RTS를 분석하면 DMU의 현 상태를 진단할 수 있고 이를 통해 개선전략을 제시할 수 있다. <표 3>은 동일 경영성과 기준 투입자산대비 효율적 프론티어에 위치하였으나 자본조달 대비 비효율적 프론티어에 위치한 개별 DMU들의 RTS분석 결과를 정리한 것이다.

먼저 투입자산 측면에서 효율적으로 평가된 DMU 중 자본조달 구조측면에서는 비효율적으로 평가된

DMU를 분석해 보면, DMU13, DMU16은 총자산 등 투입변수의 증가율보다 경영성과인 매출액 등의 산출변수 증가율이 더 적고, 동시에 매출액 등의 증가율보다 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율이 더 적다. 이들은 투입자산 대비 효율적 경영성과를 보이고 있고 차입금, 총부채의 증가율이 매출액등 경영성과의 증가율보다 낮아 외부자금을 통한 투자가 가능한 것으로 보이나, 투자대비 경영성과의 증가율이 낮기 때문에 외부자금으로 투자된 자산규모를 줄여 투자대비 경영성과의 효율성을 증대시키고 총차입금, 총부채의 감축을 통해 현재 비효율적 자본구조를 효율적으로 개선시키는 것이 외부자금 조달을 통한 투자결정보다 더 합리적인 의사결정이 될 것으로 판단된다.

DMU15는 총자산 등 투입변수의 증가율과인 매출액 등의 경영성과 산출변수 증가율, 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율이 모두 동일하다. 때문에 현재 자본조달 측면에서 비효율적으로 평가된 자본조달구조를 개선시켜야 한다.

DMU20은 총자산 등 투입변수의 증가율보다 경영성과인 매출액 등의 산출변수 증가율이 더 높고, 동시에 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율과 경영성과 산출물인 매출액 등의 증가율은 동일하다. 그러므로 DMU20은 자산에 대한 투자를 통해 매출액 등 경영성과 지표를 증가 시킬 수 있으나, 차입금등 외부자금을 통한 투자는 현재 자본조달 측면에서 비효율적으로 평가된 자본조달 측면의 효율성을 더욱 악화 시킬 수 있기 때문에 차입금 등 외부자금이 자기자본 등을 통한 투자가 더욱 적절할 것이다.

### 4.2.2 RTS 분석 II

<표 4>는 동일 경영성과 기준 투입자산대비 비효

〈표 2〉 3차원 DEA분석 결과값

DMU	투입자산 효율성	자본조달 비효율성	3차원효율성	백분율	효율성순위
1	0.756	0.740	0.508	50.80	14
2	0.576	0.927	0.325	32.50	25
3	0.551	1.000	0.276	27.60	28
4	1.000	0.372	0.814	81.40	2
5	0.656	0.696	0.480	48.00	19
6	0.617	1.000	0.309	30.90	26
7	0.287	1.000	0.144	14.40	33
8	0.392	0.963	0.215	21.50	32
9	0.611	0.442	0.585	58.50	10
10	0.706	0.950	0.378	37.80	24
11	0.460	1.000	0.230	23.00	31
12	0.683	0.774	0.455	45.50	20
13	1.000	1.000	0.272	27.20	30
14	0.590	0.365	0.613	61.30	8
15	1.000	1.000	0.500	50	15
16	1.000	1.000	0.500	50	15
17	1.000	0.545	0.728	72.80	5
18	1.000	0.679	0.661	66.10	6
19	0.600	1.000	0.300	30	27
20	1.000	1.000	0.500	50	15
21	1.000	0.756	0.622	62.20	7
22	1.000	0.514	0.743	74.30	4
23	1.000	0.397	0.802	80.20	3
24	0.545	1.000	0.273	27.30	29
25	0.505	0.372	0.567	56.70	11
26	1.000	0.369	0.815	81.50	1
27	0.774	1.000	0.387	38.70	22
28	1.000	0.830	0.585	58.50	9
29	1.000	0.945	0.528	52.80	13
30	0.840	0.723	0.559	55.90	12
31	0.856	1.000	0.428	42.80	21
32	0.863	0.869	0.497	49.70	18
33	0.729	0.959	0.385	38.50	23
평균	0.78	0.79	0.56	48.44	

$$\ast \text{ 3차원 효율성} = \frac{\theta^{k^*} + (1 - \alpha^{k^*})}{2}$$

〈표 3〉 RTS 분석 I

DMU	RTS	
	투입자산(효율적)	자본조달(비효율적)
13	Decreasing	Decreasing
15	Constant	Constant
16	Decreasing	Decreasing
20	Increasing	Constant

※ Increasing : 투입변수의 증가율 대비 산출변수의 증가율이 더 높음  
 Decreasing : 투입변수의 증가율 대비 산출변수물의 증가율이 더 낮음  
 Constant : 투입변수의 증가율과 산출변수의 증가율이 동일

〈표 4〉 RTS 분석 II

DMU	RTS	
	투입자산(비효율적)	자본조달(효율적)
1	Increasing	Increasing
2	Decreasing	Decreasing
5	Increasing	Decreasing
9	Increasing	Decreasing
10	Increasing	Decreasing
12	Decreasing	Decreasing
14	Decreasing	Decreasing
25	Decreasing	Decreasing
30	Decreasing	Decreasing
32	Increasing	Decreasing
33	Decreasing	Decreasing

율적 프론티어에 위치하였으나 자본조달 대비 효율적 프론티어에 위치한 DMU들의 RTS(Return to Scale)를 정리한 것이다. 〈표 4〉에서 나타나듯 투입자산 측면에서 비효율적으로 평가된 DMU들 중 자본조달 측면에서는 효율적인 DMU5, DMU9, DMU10, DMU32은 총자산 등의 투입변수 증가율보다 경영성과인 매출액 등의 산출변수 증가율이 더 높고, 동시에 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율보다 경영성과인 매출액 등의 증가율 더 높다. 이들

은 현재 자본조달측면에서 효율적이라고 분석되었기에 추가적인 외부자금 조달을 통한 투자가 경영성과를 증가시킬 수 있는 전략이 될 수 있다.

그 외 RTS의 결과가 IRS, IRS로 나타난 DMU들은 총자산 등의 투입변수 증가율 대비 경영성과인 매출액 등의 증가율이 더 높지만 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율이 매출액 등의 산출변수 증가율보다 더 높기 때문에 총자산 등에 대한 투자시 차입금등의 외부자금조달을 통한 투자는 적절한 방법이

아닐 수 있다.

그 외 RTS의 결과가 DRS, DRS로 나타난 DMU들은 총자산등의 투입변수 증가율대비 경영성과인 매출액 등의 증가율이 더 높고 동시에 부정적 산출물인 차입금 등의 증가율이 매출액 등의 산출변수 증가율보다 더 낮다. 이들은 현재 투입자산대비 경영성과가 비효율적이라고 평가되었기에 외부자금 조달을 통한 투자보다 비대한 자산 축소가 효율성을 개선시키는 방법이 될 수 있다.

## V. 결론

본 연구는 국내 자동차 차체부품을 생산하는 총33개의 중소 기업을 대상으로 투입자산측면과 자본조달측면을 모두 반영한 효율성 수준과 효율성 순위를 측정할 수 있는 3차원 DEA분석이라는 새로운 모형을 제시하였다.

3차원 효율성 값은 투입자산과 자본조달을 동시에 고려한 새로운 효율성 값을 나타내며 DMU26이 최상위 값을 보였고, DMU7이 최하위 값을 나타냈다. 투입자산 측면에서 효율적이라고 평가된 DMU들 중 DMU13, DMU15, DMU16, DMU20는 자본조달 측면에서는 비효율적 DMU로 나타났다. 이들 DMU는 투입자산대비 경영성과가 효율적이긴 하나 자본조달 구조측면에서는 비효율적으로 나타나 기업의 경영성과가 투입자산 측면에서는 효율적임에도 자본조달측면에서는 적절한 개선이 필요한 것으로 분석되었다.

반대로 DMU1, DMU2, DMU5, DMU9, DMU10, DMU12, DMU14, DMU25, DMU30, DMU32, DMU33은 투입자산 측면에서는 비효율적이나 자본

조달 측면에서는 효율적으로 나타났다. 즉, 기업이 창출한 경영성과 지표가 투입자산 측면에서는 효율적이지만 자본조달 측면에서는 비효율적일 수 있고 반대의 경우도 존재할 수 있다는 것이다. 그러므로 기업의 효율성 분석시 기업이 창출한 경영성과를 투입자산 측면에서만 분석 할 것이 아니라 투입을 위해 조달한 자본에 대한 효율성 분석이 함께 이루어져야 한다.

3차원 DEA분석모형의 RTS 분석결과를 보면 DMU13, DMU16은 투자자산대비 경영성과의 증가율이 낮다. 그러므로 외부자금으로 투자된 자산규모를 줄여 투자대비 경영성과의 효율성을 증대시켜야 한다. 총차입금, 총부채의 감축을 통해 현재 비효율적 자본구조를 효율적으로 개선시키는 노력이 외부자금 조달을 통한 투자의사 결정보다 더 합리적인 의사결정이 될 것으로 판단된다. DMU15는 투입변수와 부정적 산출물 및 긍정적 산출물의 증가율이 모두 동일하기 때문에 현재 자본조달 측면에서 비효율적으로 평가된 자본조달구조를 개선시켜야 하는 것으로 나타났다. DMU20은 자산에 대한 투자를 통해 매출액 등 경영성과 지표를 증가 시킬 수 있으나, 차입금 등 외부자금을 통한 시설투자 등 자산에 대한 투자는 이미 비효율적으로 평가된 자본조달 구조를 더욱 악화 시킬 수 있기 때문에 외부자금 조달이 아닌 다른 방법을 모색해야 한다.

반면, DMU5, DMU9, DMU10, DMU32은 현재 자본조달측면에서 효율적이라고 분석되었기에 타인자본 조달에서 일정수준 여유를 가지고 있는 것으로 판단된다. 이러한 DMU들은 외부자금을 통한 투입자산 투자가 재무효율성을 개선시킬 수 있는 방안이 될 수 있다. 본 연구에서 제시한 3차원 DEA분석모형의 RTS분석은 각 DMU의 현 상태를 진단할 수 있고 이를 통해 개선전략을 제시할 수 있다.

본 연구가 가지는 학문적 의의는, 첫째, 프론티어의 재설계를 통해 기업의 경영성과에 대한 효율성 측정을 투입자산과 자본조달 측면에서 동시에 고려한 국내외 첫 번째 효율성 분석 연구이며, 투입자산과 자본조달의 효율성을 동시에 고려할 수 있는 3차원 DEA분석이라는 새로운 모형을 제시하여 실제 기업의 효율성 진단 시 하나의 분석 방법론으로 적용 가능하다는 것이다.

둘째, 해외 선행연구에서도 효율성에 악영향을 주는 부정적 산출물에 대한 연구가 진행되었으나 기초 데이터를 변경하거나 부정적 산출물만을 다룬 연구이다. 본 연구는 주어진 데이터를 그대로 사용하여 기초데이터의 임의가공에 의한 오류가능성을 줄였고 긍정적 변수와 부정적 변수를 동시에 분석했다는 큰 차이점이 있다. 이를 통해 효율성에 하향적 영향을 미치는 부정적 산출물의 창출정도와는 상관없이 투입요소 대비 동일한 양의 산출물을 창출한 DMU들에게 동일한 효율성 값을 부여하는 기존의 효율성 분석 방법의 한계점을 개선하였다.

이러한 학문적 기여에도 본 연구는 DEA모형이 가지는 전통적 문제점인 변수의 선정에 따라 효율성 분석의 결과가 상이하게 도출될 수 있는 한계점을 가진다. 향후, 산업별 특성을 반영한 적절한 변수의 선택을 통해 연구결과의 신뢰도를 높이고 다른 산업 분야에 확장 적용한 추가적 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

- Ali, A. I. and L. M. Seiford(1990), "Translation Invariance in Data Envelopment Analysis," *Journal of Operations Research*, 9(6), 403-405.
- Anja Cielen., Ludo Peeters, and Koen Vanhoof (2004), "Bankruptcy prediction using a data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research*, 154(2), 526-532.
- Boussemart, J. P, W. Briec, K. Kerstens and J. C. Poutineau(2003), "Luenberger and Mamqist Productive In-dices: Theroretical Comparisons and Empirical Illustration," *Bulletin of Economic Reserch*, 55(4), 3307-3378
- Chung, Y. H., R. Färe, and S. Grosskopf, (1997), "Productivity and Undersirable Output: A Distance Funtion Approach," *Journal of Environmental Managerment*, 51, 239-240.
- Lim, D. J(2016), "Inverse DEA with frontier changes for new product target setting," *European Journal of Operational Research*, 254(2), 510-516.
- Färe, R., S. Grosskopf..., D. W. Noh, and W. Weber (2005), "Characteristics of a polluting technilogy," Theory and practice. *Journal of Econometrics*, 126(2), 469-492.
- Färe, R., S. Grosskopf, and W. L. Weber,(2006), "Shadow price and pollution costs in U.S. agriculture," *Ecological Economics*, 56(1), 89-103.
- Jahanshahloo, G. R., M. Soleimani-damaneh, and S. Ghobadi(2015), "Inverse DEA Under Inter-temporal Dependence UsingMultiple-objective Programming," *European Journal of Operational Research*, 240(2), 447-456
- Jahanshahloo, G. R., H. V. Junior., F. H. Lotfi, and D. Akbarian.(2007), "A New DEA Ranking System Based on Changing the Reference Set," *European Journal of Operational Research*, 181, 331-337
- Premachandra, I. M., Gurmeet Singh Bhabra, and Toshiyuki Sueyoshi(2009), "DEA as a Tool

- for Bankruptcy Assessment: A Comparative Study with Logistic Regression Technique," *European Journal of Operational Research*, 193(2), 412-424
- Premachandra, I. M., Yao Chen, and John Watson (2011), "DEA as a Tool for Predicting Corporate Failure and Success: A Case of Bankruptcy Assessment," *Omega*, 39(6), 620-626.
- Joseph C. Paradi., Mette Asmild. and Paul C. Simak(2004), "Using DEA and Worst Practice DEA in Credit Risk Evaluation," *Journal of Productivity Analysis*, 21(2), 153-165.
- Keramati, MA., and M. Shaeri(2014), "Assessment of Credit Risk Management and Managerial Efficiency of Banks Using Data Envelopment Analysis(DEA) Network," *Biological Forum-An International Journal*, 6(2), 320-328.
- Luenberger, D. G.(1992), "Benefit Functions and Duality," *Journal of Mathematical Economics*, 21(5), 461-481
- Mojtaba Ghiyasi(2015), "On inverse DEA model: The case of variable returns to scale," *Computers&Industrial Engineering*, 87, 407-409.
- Penman, S. H., S. A. Richardson, and I. Tuna(2005), "The book-to-price effect in stock returns: accounting for leverage," *Journal of Accounting Research*, 45, 427-468.
- Powers, J., and P. R. McMullen(2000), "Using Data Envelopment Analysis To Select Efficient Large Market Cap Securities," *Journal of Business and Management*, 7(2), 31-42
- Quanling Wei., Jianzhong Zhang. and Xiangsun Zhang(2000), "An inverse DEA model for inputs/outputs estimate," *European Journal of Operational Research*, 121(1), 151-163.
- Scheel, H.(2001), "Undesirable output in efficiency valuations," *European Journal of Operational Research*, 132(2), 400-410.
- Simar, L. and P. W. Wilson, (1999), "Estimating and bootstrapping Malmquist indices," *European Journal of Operational Research*, 115(3), 459-471.
- Shephard, R. W.(1953), "Cost and production functions," *Princeton University Press, New Jersey*.
- Seiford, L. M., and J. Zhu(2002), "Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation," *European Journal of Operational Research*, 142(1), 16-20.
- Sueyoshi, T.(2004), "Mixed integer programming approach of extended-discriminant analysis," *European Journal of Operational Research*, 152(1), 45-55.

## Analysis of Financial Efficiency of Procurement Capital and Input Assets Using Three-Dimensional DEA

Jeong-Hun Sin\*

### Abstract

The DEA model is the most widely used non-parametric method for evaluating the efficiency of firms. However, the majority of domestic and international studies have focused on efficiency analysis based on management performance versus input variables and There is a lack of efficiency studies that analyze the performance of companies in terms of capital procurement. also Since the business performance of an company is affected not only by the input assets but also by the size of the procured capital, an efficiency analysis methodology considering both input assets and capital procurement related variables is needed. but The efficient frontier-based DEA model has the limitation that it can not use the variables that have a downward influence on the efficiency. Therefore, it is not appropriate to directly consider variables such as borrowings and total liabilities related to capital procurement. In this paper, a new efficiency analysis model is proposed to redesign the frontier of the distance function model to analyze the input side and the capital side of the same business performance simultaneously. It is expected that this will overcome the limitations of the existing DEA model that can not use negative variables and solve the limitations of the model limited to the analysis of the efficiency of the business performance relative to the input assets. The academic significance of this study is the first domestic and international efficiency analysis study which measured both the input assets and the capital procurement efficiency compared to the management performance through the redesign of Frontier and The need for simultaneous analysis was verified by presenting a new model called 3D DEA analysis.

---

\* Hanyang University Graduate School, First Author

Key words: DEA, Efficiency, capital procurement, three-dimensional DEA analysis, Financial efficiency

- 
- 저자 신정훈은 현재 금융기관에서 기업분석전문가로 재직 중에 있으며 한국금융연수원 겸임교수를 맡고 있다. 주요 강의 과목은 재무회계, 원가회계, 재무관리, 경영분석, 기업심사, 경영컨설팅, 상장기업분석 등 이다. 서강대학교 경제학 석사를 졸업하고 한양대학교에서 경영학 박사를 취득하였다. 주요연구분야는 최적화 방법론, 경영과학, 효율성 분석, 재무관리, 원가회계, 재무회계 등이다.