

DEA를 활용한 국내 방산업체 효율성 분석

최재호*, 이윤우, 장민욱, 서상원
국방기술품질원

Efficiency Evaluation of Defence Industry Firms by Utilizing DEA

Jae-Ho Choi, Yoon-Woo Lee, Min-uk Jang, Sang-Won Seo

Defence Agency for Technology and Quality

요 약 무기체계의 복잡성과 현대화로 인해 군수품을 생산하는 방위산업체의 역할은 점점 더 중요시되고 있다. 과거 내수 위주의 방위산업은 가격 경쟁력이 제품 선택의 주요 요소였다. 하지만, 오늘날 우수 품질을 바탕으로 국내 군수품에 대한 수출이 급속도로 확대되고 있는 실정이며 국내 방위산업체의 경영의 효율성을 객관적으로 평가할 수 있는 방안이 필요 시 되고 있다. 본 연구에서는 의사결정 방법론 중 하나인 자료포락분석기법(Data Envelopment Analysis, DEA)를 활용하여 경영 효율성을 측정하고자 한다. 본 연구에서 DEA를 활용하기 위해 투입 변수로 종업원수(품질부서), R&D현황을 설정하였고 출력 변수로는 매출액 및 영업이익을 설정하였다. 방산업체의 효율성을 분석하기 위해 불면 규모수익을 가정하는 CCR(harnes, Cooper and Rhodes)모형과 수익변동모형을 가정하는 BCC(Banker, Charnes and Cooper)모형을 모두 분석하였으며 규모효율성(Scale Efficiency: SE) 값을 도출하여 비효율적인 DMU의 원인을 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 국내 방위산업체의 수준 평가 및 비효율적인 DMU의 원인을 분석하였으며 마지막으로 국내 방산업체의 발전 방안을 도출하였다.

Abstract Owing to the complexity and modernization of weapon systems, the role of the defense industry in producing military supplies has become increasingly important.

In previous defense industries, price competitiveness was a key factor in the product choice. On the other hand, as exports of domestic military supplies are expanding rapidly based on superior quality, there is a need to evaluate objectively the efficiency of management in the domestic defense industry.

In this study, the efficiency of management was measured using DEA, which is one of the decision methodologies. In addition, the number of employees (QA Employee) and R&D performance were set as input variables to utilize DEA, and the output variables were based on sales and operating profit. Based on the results of the analysis, a future study will measure the efficiency of the management of domestic defense industry to help guide a strategic development plan.

Keywords : DEA Analysis, Defense Industry, Efficiency Evaluation, CCR, BCC

1. 서론

방위산업은 국가 방위와 관련하여 방산물자를 개발하고 공급하여 자주 국방력 강화를 위한 국가의 중요한 산업이며[1] 무기체계와 무기체계의 구성품 혹은 부품, 관련 장비를 개발하고 생산하는 산업분야다. 쌍방독점으로

계약 또는 협상에 의해 가격이 결정된다는 점, 규제산업으로 기업의 신규 진입과 일부 활동영역에 제약이 따른다는 점 등에서 다른 산업과 차별화된다. 또한 생산과 연구개발을 위해 대규모 초기 자본 투자가 필요하며, 유사시 최대 생산 능력 확장에 대비하여 높은 고정비가 부담되는 산업이다[2]. 국내 방위산업은 1983년 전문화 계열

*Corresponding Author : Jae-Ho Choi(Defence Agency for Technology and Quality)

Tel: +82-10-2731-1087 email: jaeho-choi@dtq.re.kr

Received June 18, 2018

Revised July 5, 2018

Accepted September 7, 2018

Published September 30, 2018

화 제도 시행 및 정부의 자주국방정책 등에 힘입어 단시간 내 급속한 양적 성장을 달성하였으며 1990년대 후반에는 첨단 무기체계 개발을 위한 핵심기술력 확보를 위해 연구개발에 매진하며 양적 성장과 더불어 질적으로도 많은 성장을 이룩하였다[3]. 하지만, 2008년 말 전문화 및 계열화 제도가 폐지되며 국내 방산시장에 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작했다. 이는 방위산업체로 하여금 재무적 비재무적 경영성과를 높이기 위해 조직의 효율성을 제고하고, 다각도적인 경영개선 대책을 강구토록 강요하고 있다[4]. 한편 대외적으로 세계 방산 시장의 국방비 지출 규모는 2016년도 1조 6,860억 달러로 추정되며, 이는 전 세계 GDP의 2.2%, 1인당 평균 지출액으로 환산하면 227달러 수준이다. 물가상승률을 고려한 2016년 실질 국방비 지출 규모는 2015년 비해 0.4%증가하였다. 또한, 2016년 국방비 지출 상위 15개국은 2015년과 동일하며, 2016년 국방비 지출 상위 15개국의 지출 총액은 1,360억 달러로 전 세계 국방비 지출액의 약 81%를 점유하고 있다, 최근 10년 동안의 국방비 지출 증가율은 중국이 118%, 러시아가 87%. 인도가 54%로 가장 크게 상승하였다[5]. 이처럼 국내 방산시장의 경쟁과 세계 방산시장의 규모가 증가되는 상황에서 방위산업체는 효율성 및 생산성 향상의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

특히, 대한민국 정부는 ‘13~17 방위산업육성기본계획에서 국내 방위산업을 국가경제 성장을 위한 신 성장동력으로 육성하기 위해 ‘국제 경쟁력을 갖춘 선진 방위산업 도약’이라는 비전을 설정하였으며, 정책적 방향으로 국내방산시장 경쟁 촉진, 방산제품 품질 안정화, 방산기업 핵심역량 강화, 국제 방산시장 진출 확대를 제시하였다[6]. 이러한 방산시장에서의 국가차원에서의 지원과 방위산업체의 지속적 성장을 위해서는 조직의 효율성을 제고하고, 다각적인 경영개선을 위한 목표설정이 중요하다. 또한, 효율성과 자체 경쟁력을 높이기 위해 회사운영과정에서의 비효율적인 부분을 정확하게 측정하여 평가한 다음 개선의 방향을 잡는 것이 중요하다.

이에 본 연구에서는 국내 방위산업체들의 경쟁력 제고 및 경영 효율성을 평가하기 위해 의사결정에 사용되는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 통하여 주요 방위산업체 현황을 살펴보고 발전방향을 모색하고자 한다.

DEA는 DMU(Decision Making Unit, 의사결정단위)들간 상대적 효율성을 정량화해주고 베스트 프랙티스

(Best Practice) 또는 벤치마킹(Benchmarking) 등을 통해 비효율적인 부문에 대한 계량화된 수치 정보를 제시하는 장점을 가진 분석 기법이다[7,8].

본 연구에서는 DEA 방법론을 활용하여 DMU간의 효율성을 분석하고 비효율적인 DMU와 효율적인 DMU간의 관계를 파악하여 국내 방위산업 업체들의 경쟁력 평가 및 향상을 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 이는 향후 국내 방위산업의 육성 관련 정책 수립에 도움이 되리라 기대된다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 연구에서 활용되는 DEA방법론에 대해 살펴보고, 3장에서는 분석 대상, 투입변수, 산출변수의 선정과 선정된 변수들 간의 관계를 설명한다. 4장에서는 분석 결과를 통해 평가 및 시사점을 도출하고 5장에서는 결론 제시를 통해 의의 및 한계에 설명한다.

2. 자료포락분석기법(DEA) 분석 모형

DEA는 효율성을 측정하는 방법중 비모수적 방법으로 Shephard[9]의 거리함수의 개념과 Farrell[10]의 효율성 개념을 바탕으로 다수의 투입물과 다수의 산출물이 있는 경우로 확장한 것이다. DEA는 의사결정단위 DMU(Decision Making Unit)가 가지고 있는 자료를 바탕으로 효율적 프론 티어를 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[11].

DEA는 산출 기준 모형과 투입 기준 모형으로 구분되며 불면 규모수익을 가정하는지 가변 규모수익을 가정하는지에 따라 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes) 모형과 BCC(Banker, Charnes and Cooper) 모형으로 구분된다. CCR 모형은 규모에 대한 수익불면(CRS : Constant Return to Scale)이라는 가정에 모형이 도출되기 때문에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 지니고 있다. 이에 반에 BCC 모형은 CCR모형의 단점을 보완하고자 수익 고정모형을 확장하여 수익변동모형(VRS: Variable Reutrn to Scale)을 설명하였다.

한편, 투입 및 산출 변수 중 어느 변수에 초점을 두는지에 따라 투입지향 모형과 산출지향모형으로 분류되며,

투입지향모형은 현재 산출을 유지하면서 투입을 최소화, 산출지향모형은 현재 투입을 유지하면서 산출의 최대화에 초점을 맞추고 있다[12].

2.1 DEA-CCR 모형

규모의 증가에 따라 산출물도 증가한다는 불변규모수익을 가정한 CCR모형은 DEA의 가장 기본적인 모형이다. CCR모형은 모든 DMU의 투입에 대한 산출의 비율이 '1'을 초과해서는 안 되며, 각 투입변수 및 산출변수의 가중치는 0보다 크다는 제약 하에 투입과 산출비율을 최대화 시킬 수 있는 가중치를 결정하는 모형이다. 그러나 CCR모형은 모든 의사결정단위들이 최적의 규모에 위치하고 있다는 규모에 대한 수익불변 가정 하에 모형이 도출되기 때문에 현실에서의 불완전경쟁과 같은 다양한 제약조건을 반영하지 못하며 특히, 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점이 있으며 이를 보완한 것이 BCC모형이다[13].

(공식 1) CCR모형

$$Maximize E_k = \frac{\sum_{r=1}^s y_{kr} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m x_{ki} u_{ki}}$$

$$s.t \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m x_{ji} u_{ki}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{ki} \geq \epsilon, i = 1, 2, \dots, m$$

$$v_{ki} \geq \epsilon, i = 1, 2, \dots, s$$

- E_k : k 번째 DMU의 효율성
- s : 산출물의 수
- m : 투입요소의 수
- u_{kr} : k 번째 DMU의 r 번째 산출물의 산출양
- x_{ki} : k 번째 DMU의 i 번째 투입요소의 사용량
- v_{kr} : k 번째 DMU의 r 번째 산출물의 가중치
- v_{ki} : k 번째 DMU의 i 번째 투입요소 가중치

2.2 DEA-BCC 모형

Banker, et al.(1984)는 규모수익이 변하는 방향을 반영하기 위해 CCR모형의 불변규모수익 가정을 완화하여 BCC모형을 제안하였다. CCR모형이 규모의 효율성

(Scale Efficiency: SE)을 반영하지 못하고 기술효율성만을 측정할 수 있는 것에 반해 BCC모형은 규모효율성과 순수기술효율성을 구분할 수 있다. SE모형은 CCR모형에서 산출된 전체 기술효율성의 값을 BCC 모형에서 산출된 순수기술효율성의 값으로 나누어 줌으로써 측정할 수 있으며, 이 값이 '1'에 근접할수록 최적 규모에 가까운 것으로 해석할 수 있다. 따라서 SE값이 '1'이면 불변규모수익의 특성을 가지며, 이는 최적규모 상태에 있음을 의미한다. 만약 '1'보다 작은 경우 즉, 규모의 비효율성이 존재한다면 그것은 체증규모수익이나 체감규모수익을 의미한다.

(공식 2) BBC모형

Maximize θ

$$s.t$$

$$x_{ki} \theta \geq \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j = 1, 2, \dots, m$$

$$y_{kr} \leq \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\theta = unrestricted$$

2.3 규모효율성

규모효율성(SE)은 BCC 효율성 대비 CCR 효율성으로 산출 가능하며, CCR 효율성이 BCC 효율성보다 작거나 같아서 1보다 작거나 같은 값을 가진다. 일반적으로, 규모의 효과를 고려하지 않은 CCR 효율성을 기술효율성(Technical Efficiency, TE), 규모 대한 수익가변을 가정하고 있는 BCC 효율성을 순수 기술 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)라 하며, 아래와 같은 식이 성립된다. 이 식을 이용하여 비효율적인 DMU들의 비효율성 원인이 자체 DMU의 문제인지 아니면 규모의 경제 미달성으로 인한 것인지를 판단할 수 있다[13].

(공식 3) SE모형

$$\frac{\theta^{*}_{CCR}}{\theta^{*}_{BCC}}$$

$$TE = PTE \times SE$$

3. 연구 방법

3.1 연구설계

본 연구는 국내 방위산업체의 효율성을 측정하기 위해 “2017 방위산업체 국내 품질수준조사”를 활용하였다. 국내 품질수준조사는 2014년 이후 군수품 생산 납품 이력이 있는 업체로서 종업원 30명 이상 주요 군수업체를 대상으로 진행하였으며 응답자의 선호에 따라 전자우편/팩스/우편 조사로 진행되었다. 본 연구에서는 품질수준조사서에 조사된 11개의 방산 대기업을 DMU로 선정하였다. 11개의 방산 대기업을 국내 방산매출 상위 5에 있는 업체로서 기동화력분야 6개 업체, 항공분야 2개 업체, 탄약분야 1개 업체, 유도전자 분야 1개 업체, 함정분야 1개 업체 이다.

3.2 투입/산출 변수의 선택

DEA 모형의 장점은 평가대상의 효율성 정도를 분석할 수 있는 뿐만 아니라, 상대적으로 비효율적인 부문과 개선해야 할 정도를 제시해 준다는데 있다. 이와 같은 특징으로 인해 변수 선정 시 개선 가능성이 있는 변수를 선정하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서 활용되는 변수는 Table 1 과 같다. DEA분석에서 투입 요소는 일반적으로 조직의 활동에 필요한 비용을 사용하고 산출 요소는 조직의 활동으로 얻어지는 편익을 사용한다.

Table 1. Input and Output Variables

Variables	
Input	R&D output
	QA Employee
Output	Sales (in Billion Won)
	Profit (in Billion Won)

본 연구에서 사용할 투입변수는 종업원 수(품질부서)와 R&D현황이다. 본 연구에서 투입변수를 종업원 수(품질부서)와 R&D현황으로 선정할 이유는 다음과 같다. 많은 DEA를 활용한 연구에서 투입변수로 임직원수를 고려한다. 다만 본 연구에서는 방위산업체의 규모에 따른 임직원수의 편차가 크기 때문에 품질부서의 인원수로 한정하였다. 또한, R&D현황의 경우 최근 3년간 출

원, 등록 및 지적재산권, 논문, 실용신안 등 연구개발 건수들의 합으로 선정하였다. 본 연구에서 사용할 산출변수로는 기업의 주요 영업활동 또는 경상적 활동으로부터 얻는 수익으로 상품 등의 판매, 용역을 제공으로 실현된 금액인 매출액과 영업이익으로 선정하였다. 선정된 업체 중 군수품과 민수품을 동시에 생산하는 업체의 경우, 방산 비율로 총 매출을 나눠 반영하였다.

한편, 선정된 업체들이 대한 투입 및 산출 변수의 기초 통계정보는 아래 Table 2 과 같다.

Table 2. Statistical Information

	Ave.	Std.	Min	Max
R&D	196.54	198.64	8	602
QA Employee	111.63	103.05	15	346
Sales (in Billion Won)	5459	4886	47.8	11394.6
Profit (in Billion Won)	658	965	3.7	3200

또한, 효율성 및 생산성 측정치의 신뢰도 향상을 위해 투입변수와 산출변수간의 상관관계 분석을 수행하였으며, 분석결과는 Table 3 와 같다. 분석결과를 살펴보면 매출액과 품질부서의 종업원수와의 관계 0.842로 매우 강한 상관관계를 가지고 있다. 이는 매출액이 높은 대기업의 경우 품질인력을 많이 보유하여 제품품질에 많은 관심을 가지고 있다고 판단할 수 있다. 이를 제외하고 0.116~0.587로 전반적으로 강한 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되어 변수 선정이 적절하다고 볼 수 있다.

Table 3. Correlation among Variables

	R&D	QA Employee	Sales (in Billion Won)	Profit (in Billion Won)
R&D	1.000			
QA Employee	0.443	1.000		
Sales (in Billion Won)	0.218	0.842	1.000	
Profit (in Billion Won)	0.116	0.504	0.587	1.000

Table 4. Results of Efficiency

DMU	CCR(TE)	BCC(PTE)	SE	Reason of Inefficiency	
				PTE	SE
DMU1	0.446	0.889	0.522		●
DMU2	1	1	1		
DMU3	0.172	0.182	0.945	●	
DMU4	0.175	1	0.175		●
DMU5	0.507	1	0.507		●
DMU6	0.251	0.926	0.271		●
DMU7	0.440	0.751	0.586		●
DMU8	0.536	0.816	0.657		●
DMU9	1	1	1		
DMU10	0.271	0.544	0.498		●
DMU11	0.05	0.006	0.833	●	
Average	0.438	0.738	0.636		

4. DEA를 통한 효율성 분석 결과

본 연구에서는 주요 방위산업체의 R&D 실적 건수와 종업원 수 특히 품질부서의 종업원 수를 투입변수로 설정하였으며 산출변수로는 매출액과 영업이익을 설정하여 효율성을 분석하였다. 효율성 분석을 위해 CCR모형 및 BCC모형을 각각 사용하였으며 규모의 효율성(SE: Scale Efficiency)을 분석하였다. 분석 결과는 Table 4와 같다.

Table 4는 CCR 모형 및 BCC 모형을 이용하여 측정된 효율성 값을 나타낸다. CCR에서 효율성 값이 1인 DMU는 SE에서도 효율성 값이 1을 나타내므로 DMU 2와 DMU 9 기업은 효율적으로 운영을 하고 있으며, 규모 또한 제대로 활용하고 있다고 할 수 있다.

CCR모형을 기준으로 분석을 해보면 효율적인 DMU는 DMU 2와 DMU 9로 총 11개의 DMU중에서 2개로 나타났다. CCR모형의 효율성 평균은 0.483으로 집단 내에 평균 이하의 효율성을 보이는 기업을 8개이며 이는 약 72.7%가 비효율적인 것으로 나타났으며 약 27.3%만이 효율적으로 운영되고 있음을 알 수 있다. 규모의 상태가 최적이지 아닌 규모의 경제성과 비경제성을 동시에 고려한 BCC모형에서는 효율성 값이 1인 효율적인 DMU는 DMU 2, DMU 4, DMU 5, DMU 9로 CCR모형보다 2개 증가한 총 4개로 나타났다. BCC모형에서는 효율적인 DMU 이지만 CCR모형에서는 비효율적인 DMU로 분류된 DMU 4와 DMU 5의 경우 기업의 내부 운영은 효율적이었으나 규모의 측면에서 비효율적인 것

으로 볼 수 있다. 결국 이러한 DMU 기업들은 규모를 조정함으로써 비효율성을 제거 할 수 있을 것이다.

SE 분석을 통해 CCR모형 기준의 효율성 값과 BCC모형 기준의 효율성 값 둘 다 1이 아닌 DMU기업들의 비효율성의 원인이 규모측면인지 운영측면인지 확인해 볼 수 있다.

예를 들어 설명하자면 DMU 3의 경우 BCC모형 효율성 값이 0.182이고 SE 효율성 값이 0.945 이므로 DMU 3의 기업의 비효율성의 원인은 운영의 비효율성에 의한 것이 더 크므로 향후 효율성 개선을 위하여 업체의 규모 확대보다는 신기술 도입 및 투입요소의 경영개선을 통해 업체의 효율성을 높여나가야 될 것이다.

반대로 DMU 8의 경우 BCC모형 효율성 값이 0.816이고 SE 효율성 값이 0.657이므로 DMU 8의 기업의 비효율성의 원인은 운영의 비효율적인 측면보다는 규모의 비효율적인 측면이 더 크므로 규모의 경제 실현을 통해 경영효율성 향상 및 매출액 상승을 기대 할 수 있다.

국내 11개 방산업체의 효율성 값을 분석해 보면 3가지의 시사점이 존재 한다.

첫째, CCR 모형을 기준으로 보면 평균 대비 약 27% (4개 업체) 효율적이며, BCC 모형에 의한 효율성은 평균 기준으로 약 72%(8개 업체) 효율적으로 운영됨을 알 수 있다.

둘째, 전체적인 평균 또한 BCC모형의 평균이 0.738이며 SE 효율성의 평균은 0.636이므로 운영의 비효율적인 측면 보다는 규모의 비효율적인 측면이 높음을 알 수 있었다.

셋째, 방위산업체의 주력분야별로 분석한 결과는 다음과 같다. BCC모형의 효율성 값으로 분석해 보면 기동화력 분야 0.738, 항공 분야 1, 탄약 분야 0.926, 유도전자 분야 0.751, 함정 분야 0.006으로 항공분야의 효율성이 가장 높음을 알 수 있다. 본 연구에서는 11개의 DMU 선정으로 분야별 결과의 신뢰성은 낮다. 향후 분석의 범위를 중소 협력업체까지 확장시켜 분야별 업체의 효율성 측정에 신뢰성을 높이는 연구를 진행할 계획이다.

5. 결론

국내 방위산업은 정부의 정책적·제도적 뒷받침 속에 안정적으로 운영되어 왔으나, 전문화 및 계열화 제도가 폐지되면서 국내 방산시장도 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작했다. 이러한 국내 방산시장의 경영환경 변화는 조직의 효율성을 향상시키기 위해 다양한 방안을 요구하고 있다.

본 연구에서는 이러한 환경 변화에 대응하기 위해 효율성을 측정하기 위한 비모수적인 분석방법인 DEA를 활용하여 업체의 효율성을 평가하고자 한다. 또한 평가 결과를 통해 비효율적 부분에 대한 경영개선의 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

CCR 모형으로 분석한 결과 2개의 업체가 효율적으로 운영됨을 알 수 있었으며, BCC모형으로 는 4개의 업체가 효율적으로 운영됨을 알 수 있었다.

또한, BCC 모형의 순수 기술효율성 값인 PTE와 규모 효율성 값인 SE와의 비교를 통해 비효율성의 원인이 규모 측면인지 운영 측면인지 알아보았다. 그 결과 분석 대상인 전체 11개의 DMU 중에서 2개의 DMU에서는 운영상의 비효율성이 원인이 되었으며 신기술 도입 등 투입요소의 개선을 통해 효율적인 기업으로의 발전 가능성이 있음을 알 수 있었다. 7개의 DMU에서는 규모의 비효율성이 원인이 되었으며 규모의 경제 실현을 통해 효율적인 방위산업체로 될 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 자료수집의 한계로 인하여 단일년도에 대한 분석을 실시하였으나 향후 다년간의 자료 수집을 통해 시계열 분석을 통해 효율성의 변화 추세 및 변화 요인을 분석해볼 필요가 있다. 또한, 국내 방위산업체 효율성에 영향을 미치는 정성적인 요소를 계량화

하여 입력력변수에 반영이 필요할 것이다. 향후에는 대기업 위주의 현재 연구를 무치체계별로 세분화하고 해외 선진 방위산업체와의 경영효율성을 비교하는 후속연구를 기대해 볼 수 있다.

References

- [1] C. S. Kim, "Development of National Defence Industry", *Defense and Technology*, 407, pp. 28-35, 2013.
- [2] S. S. Shon, G. B. Gwon, B. H. Jang, *Weekly KDB Report*, pp.1-9, KDB Bank, 2016.
- [3] Y. I. Song, "Defense Acquisition Project Management", *KNDU*, pp. 27-31, 2007.
- [4] S. M. Jeong, J. S. Oh, Y. I. Song, "An analysis of Efficiency and Productivity for Defense Industries". *Korean journal of Policy Analysis and Evaluation*, Vol.20, No.4, pp. 301-331, 2010.
- [5] B. Y. Han et al, *Defence Science & Technology Level Assessment by Country*, Defence Agency for Technology and Quality, 2015.
- [6] DAPA "Planning for Developing Defense Industry", 2012.
- [7] A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6, pp. 429-444, 1978.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [8] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, "Models for the Estimation of Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30, pp. 1078-1092. 1984.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [9] Shephard, R.W., "Cost and production functions," Princeton University Press, New Jersey, 1953.
- [10] Farrell, M.J., "The Measurement of Productivity Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A(General)*, Vol.120, No.3, pp.253-290, 1957.
- [11] J. D. Lee, D. H. Oh, "Data Envelopment Analysis" *Ji Pil Media*, Vol.2, 2013.
- [12] Efficiency of Korean Construction Company Using DEA-AR/AHP, *Journal of the Architectural Institute of Korea: Structure and Construction*, Vol.29, No.12, pp. 121-128, 2012.
- [13] J. Y. Kim, J. Y. Hong "Global Competitiveness Analysis of National Defense Industry - DEA and Malmquist Production Analysis" *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 16, No. 12 pp.8378-8385, 2015.

최 재 호(Jae-Ho Choi) [정회원]



- 2015년 8월 : 연세대학교 정보산업 공학과 (공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 항공센터 연구원

<관심분야>
 품질경영시스템, 산업공학, 서비스사이언스

서 상 원(Sang-Won Seo) [정회원]



- 2007년 5월 : University of Arizona 경영학과 졸업
- 2009년 2월 : 인하대학교 글로벌물류 MBA (물류경영학석사)
- 2012년 2월 : 고려대학교 산업공학과 (박사수료)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>
 품질경영, 서비스경영, 물류관리

이 윤 우(Yoon-Woo Lee) [정회원]



- 2013년 2월 : 건국대학교 항공우주 정보시스템공학과 졸업(공학학사)
- 2015년 2월 : 건국대학교 항공우주 정보시스템공학과 대학원 졸업(공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 항공센터 연구원

<관심분야>
 항공우주, 유체

장 민 옥(Min-Uk Jang) [정회원]



- 2012년 2월 : 경상대학교 항공우주 공학과 (공학 학사)
- 2014년 2월 : 경상대학교 항공우주 공학과 (공학 석사)
- 2015년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 항공센터 연구원

<관심분야>
 국방무기체계, 항공우주