

DEA 모형을 이용한 최적 신뢰성경영시스템 도입에 관한 연구

김 종 곁* · 김 창 수**

*성균관대학교 시스템경영공학과 · **오산대학 산업경영과

A study on the adoption of an optimal dependability management system using a DEA model

Jong Gurl Kim* · Chang Soo Kim**

*Systems Management Engineering, Sungkyunwan University

**Department of Industrial Management, Osan College

Abstract

Corporations are faced with the key strategic task of adopting a comprehensive management system of a new paradigm in order to enhance their products' quality, safety, and reliability, as well as to minimize the cost of quality. The purpose of this paper is to present a methodology that can be used by corporations to ensure a product's reliability, safety, and maintainability, with minimal costs, by measuring dependability levels and conducting DEA analysis. The methodology will be a way for corporations to adopt an optimal dependability management system based on a quality management system of ISO 9001:2000 standards.

Keywords : IEC-60300, DEA, ISO 9000, Dependability

1. 서 론

국제적 산업 환경변화에 적극적인 대응에 많은 기업들이 기업 경영의 주요 현안으로 ISO 9000 품질시스템 인증을 수용하고 있으나 운영에 있어 기업의 자원, 능력, 경영자 의지, 시스템의 인식이 부족한 기업 내부 환경과 구미 기업문화에 적합한 시스템이 우리 기업내부 체질화에 거부감을 갖고 있다. 이제는 기업노력 대비 고객만족과 시장유효성을 높일 수 있는 수명과 내구성, 안전성 등의 시간중속성(Dependability) 중심의 시장성장 및 선도 전략이 시급하다.<2>

세계선도 기업 중심의 사내표준, 선진국의 국가표준, 국제 전기기술 위원회(IEC) 등의 국제 표준 등이 개발 운영되고 있다. IEC에서는 제품의 개발설계 단계에서 리스크 평가와 그 평가에 따른 안전대책을 실시하는,

즉 제품의 개발 단계부터 특정 안전 규제나 안전기준의 적합성과 함께 리스크 평가를 기초로 원천적이고 종합적인 안전대책을 수립하는 안전경영시스템을 규격화하고 있다.

따라서 IEC 60300시스템의 규격을 고찰하여 현 기업의 경영시스템을 한 차원 높여 제품안전과 고객만족의 선도 경영시스템으로 도입, 운용될 수 있도록 기본적인 자료를 제공하고자 한다.<1>

그리고 인증 심사 시 사용될 수 있는 체크리스트를 개발하고, 신뢰성 경영에 대한 조직의 성숙도 향상 및 평가 방법을 나타내는 MIR(Maturity Index on Reliability : 이하 MIR이라 칭함) 평가항목에 적용하여 정성적, 정량적 평가가 될 수 있도록 하였고 DEA 분석 방법을 통해 기업에서 최적 신뢰성 경영시스템을 도입을 위한 방법을 제시한다.

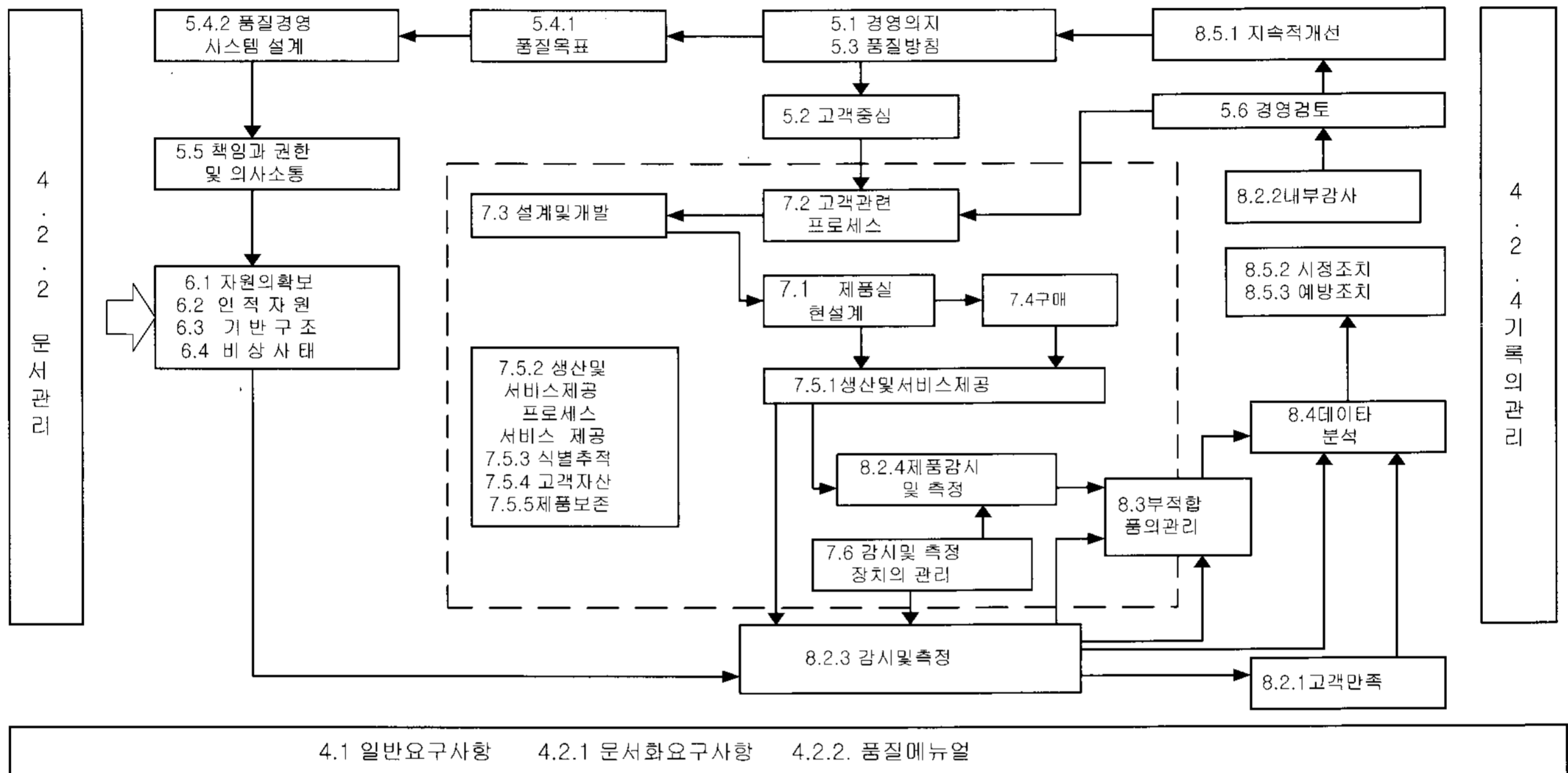
2. 경영 시스템에 대한 조사 연구

2.1 품질경영시스템 고찰

2.1.1 ISO-9001:2000 요구사항의 개요

이 규격은 제품의 요구 사항(고객요구사항 및 당연히 부과되어야만 하는 요구사항) 을 만족시키는 것을 보증

하는 것만이 아니고 그것을 통하여 고객 만족을 향상시키기 위한 품질경영시스템을 실시하고 개선하도록 요구하고 있다. <그림 1> ISO-9001(2000) 규격모델에서는 ISO 9001 / 2000 규격의 7항을 중심으로 제품실현의 프로세스 부분과 다른 조건 중심의 경영시스템의 부분을 나누어서 규격요구사항을 PDCA 사이클에 따라 정리해 보았다.



<그림 1> ISO-9001(2000)규격 요구사항 및 상호연계

2.2 신뢰성경영시스템 고찰

2.2.1 IEC 60300 신뢰성 경영시스템의 필요성

현재 한국의 산업은 개발된 부품·소재의 시장진입의 최대걸림돌인 신뢰성 문제를 원천적으로 해소할 수 있는 관련제도 및 인프라 구축이 시급하다. 제품의 신뢰성, 보전성, 안전성을 추구하는 경영시스템의 모델이 다음절에 소개하는 IEC 60300 시스템이며 ISO 시스템을 기반으로 한 IEC 시스템을 빠른 시일에 구축하는 기업의 시스템 경쟁력을 갖출 수 있는 대안인 것이다.

2.2.2 IEC 60300 신뢰성 경영시스템의 구성

IEC60300의 국제 규격은 신뢰성 경영시스템의 규격으로써 구성은 제1부는 신뢰성 경영시스템(Dependability management systems), 제2부는 신뢰성 경영지침(Guidelines for dependability management), 제3부는 응용지침(Application guide) 표준의 13개의 규격으로 구성되어 있다.

<표 1> IEC 60300 시스템 구성

구 성	내 용
300-1(2003)	제1부 : 신뢰성 경영시스템
300-2(2003)	제2부 : 신뢰성 경영지침
300-3	제3부 : 응용지침 표준
300-3-1(1991)	신뢰성 분석기법
300-3-2(1993)	신뢰성 현장자료의 수집
300-3-3(1996)	수명주기 비용
300-3-4(1996)	신뢰성 요구사항 명세화
300-3-5(2001)	신뢰성 시험조건과 통계적 시험원리
300-3-6(1997)	소프트웨어 신뢰성 경영
300-3-7(1999)	하드웨어의 신뢰성 스트레스 스크리닝
300-3-9(1995)	기술적 시스템의 리스크분석
300-3-10(2001)	보전과 보전지원
300-3-11(1999)	신뢰성기반 보전
300-3-12(2001)	통합병참지원
300-3-13(2001)	프로젝트 리스크 관리

본 논문에서 중점적으로 설명할 IEC 60300-1과 IEC 60300-2의 초기규격은 ISO 9000:2000 품질시스템과 규격내용의 방향을 같이하여 2003년 개정을 되어진 규격을 기초로 한다<3>~<5><15>~<21>.

2.3 평가 Check List 작성

ISO 90001 및 IEC60300의 국제 규격기반으로 기업을

진단할 Check list를 작성하였다.

Check list는 제품에 대한 품질/신뢰성 평가가 아닌 경영시스템에 대한 평가이며, 품질경영시스템을 진단하는 품질평가항목과, 신뢰성경영시스템을 진단하는 신뢰성평가 항목으로 구성하였으며, Check list의 일부는 <표 2>와 같으며, 평가점수는 평가등급(MIR)을 구한 뒤 가중치를 감안하여 평점을 부여하였다.

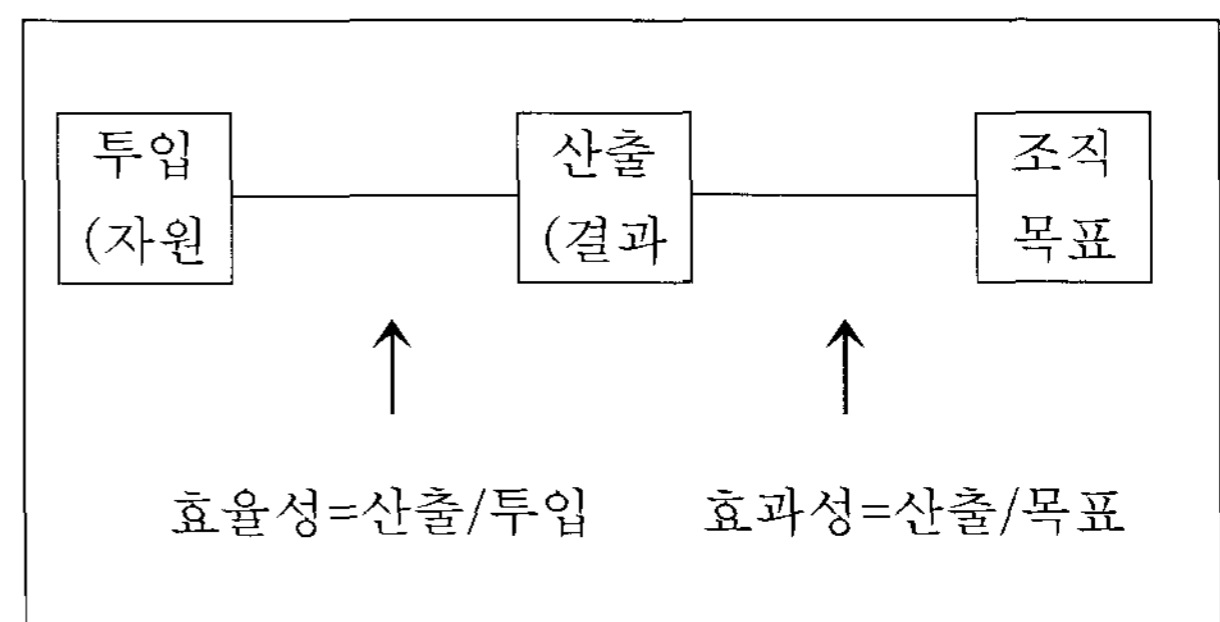
<표 2> 신뢰성 경영시스템 체크리스트

구분	항목	세부평가내용	평점	평가등급(MIR)				가중치
				I (0)	II (0~1)	III (1~2)	IV (2~3)	
1. 문서/환경/안전	1.1 방침및전략	1)최고경영자의 승인에 의한 품질/환경 방침은 있는가?	3				100%	1
		2)품질/환경 방침과 연계한전략 및 팀별 실천 계획이 수립되어 있는가?	3				100%	1
		3)책임과 권한,역할이 명확히 구분되어 있는가?	3				100%	1
	1.2 사내표준의 운영관리 상태 점검	1)표준 발행 전 관련 팀의 합의,승인하였는가?	3				100%	1
		2)표준발행시 배포 팀 명시 및 배포이력의 관리하였는가?	3				100%	1
		3)현업 배포 표준에 대한 회람 또는 교육 실시 하였는가?	3				100%	1
	1.3 표준준수 상태에 대한 점검	1)정기적인 표준준수도 점검하는가?	3				100%	1
		2)점검지적사항에 대한 개선대책 실시 하고 있는가?	3				100%	1
	1.4 문서관리 상태에 대한 점검	1)모든문서는 정해진 절차에 따라 작성,검토,갱신,배포되고 있는가?	3				100%	1
		2)구문서는 정확히 회수되어 폐기되고 있는가?	3				100%	1
		3)외부출처문서는 식별되고 배포상태가 관리되고 있는가?	3				100%	1
		4)최신개정상태가 식별되고 있으며 사용되는 장소에서 이용가능한가?	3				100%	1
	1.5 기록관리 상태에 대한 점검	1)기록은 정해진 절차에 따라 쉽게 식별될수 있도록 관리 되고 있는가?	3				100%	1
		2)기록의 보존기간은 설정되고 관리 되고 있는가?	3				100%	1
	1.6경영의지 점검	1)최고경영자는 법적 및 규제 요구사항을 포함하여 고객의 요구사항 충족에 대한 중요성을 회사원들에게 주지시키고 있는가?	3				100%	1
	1.7고객중시 점검	1)최고경영자는 고객의 요구사항이 결정되며,고객만족증진이 이루어짐을 보장하는가?	3				100%	1
	1.8품질/환경 경영시스템 방침	1)최고경영자는 ISO 요구사항에 부합하는 품질/환경 방침을 설정하고회사원들에게 이 해시키며 지속적 적절성을 검토하고 있는가?	3				100%	1
		2)수립된 품질/환경 목표는 측정가능한가?	3				100%	1
3)수립된 품질/환경 목표가 각 방침과 일관성이 있는가?		3				100%	1	

3. 시스템 개선 평가모형 (DEA 모형)

3.1 효율성의 개념

조직의 성과는 다양한 방법으로 측정하고 평가되며 일반적으로 효과성(effectiveness)과 효율성(eficiency)을 동시에 고려한다. Drucker에 따르면 효과성은 올바른 일을 하는 것으로 그리고 효율성은 일을 올바르게 수행하는 것으로 정의된다. 이러한 관계를 도식화하면 <그림 2>과 같이 표현할 수 있다.



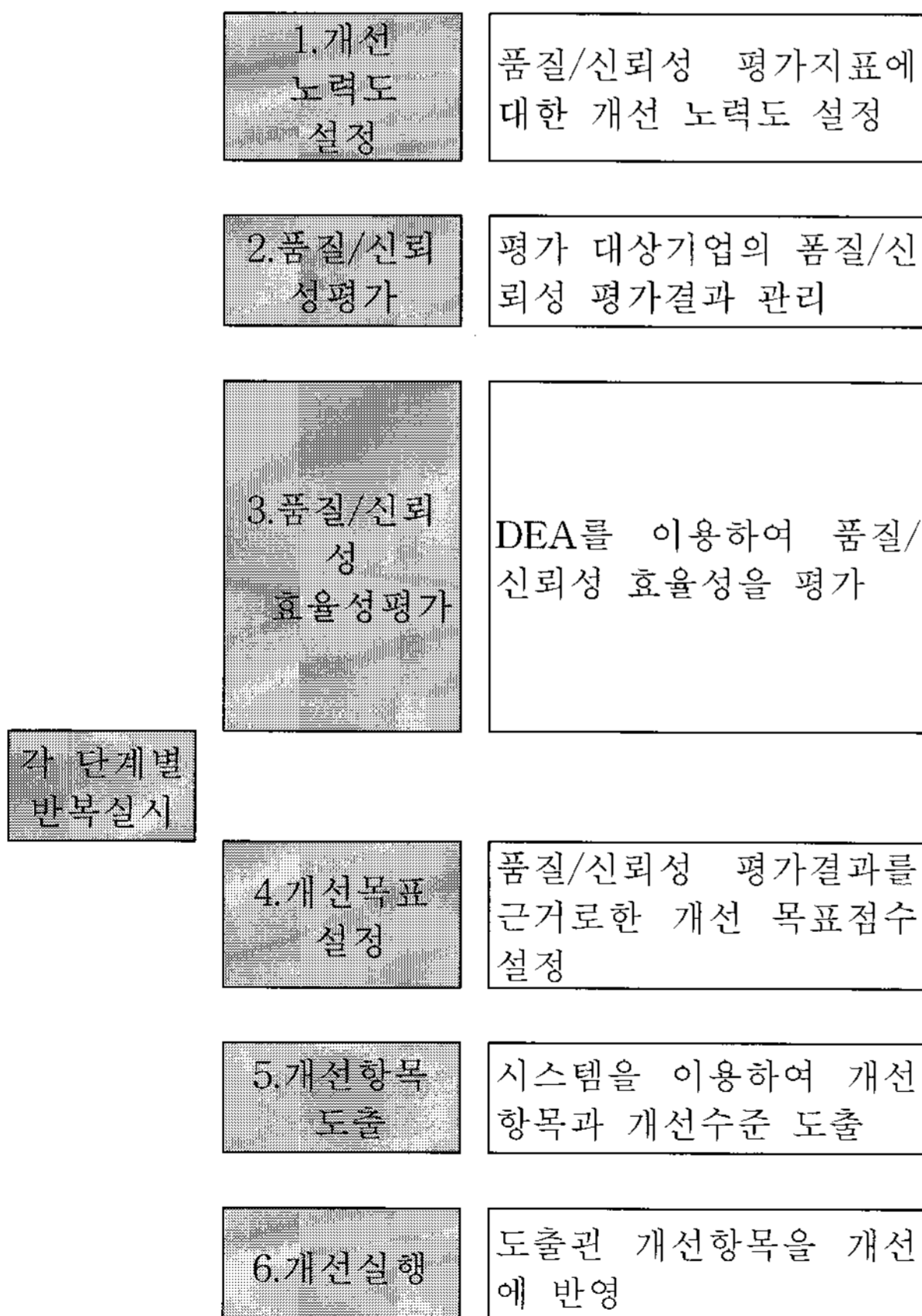
<그림 2> 효율성과 효과성

효율성은 제한된 자원 내에서 최대의 산출물을 창출해내는 생산기술을 말한다. 따라서 효율적인 조직이란 이러한 기술적 효율성을 달성한 조직으로 특정 과업을 수행할 때 최소한의 자원투입으로 주어진 목표를 달성하는 조직을 말한다.

효율성 평가의 대상이 되는 기업이나 조직을 DMU(Decision Making Unit; 의사결정단위)라고 하는데, 자료봉합분석(DEA : Data Envelopment Analysis)에서는 투입요소를 결합하여 산출물들을 만들어내는 과정에서 독자적인 의사결정능력을 갖는 식별 가능한 조직의 단위를 의미한다<7>.

3.2 신뢰성 경영시스템 개선계획 수립 모형

단계적으로 신뢰성 경영시스템을 개선시키기 위한 모형은 <그림 3>에서와 같이 신뢰성 경영시스템의 효율성을 평가하고 이를 바탕으로 개선점을 도출하고, 가용한 자원의 활용범위 내에서 최소의 투입노력으로 신뢰성 경영시스템 평가에 대한 목표를 달성할 수 있도록 개선계획이 수립되어야 하며 또한 지속적으로 관리 운영되어야 한다.



<그림 3> 품질/신뢰성 향상을 위한 효율성 평가 및 개선계획 수립 모형

3.3 효율성 분석 모형

품질/신뢰성 효율성 분석 대상 기업이 n 개이고 개별기업은 m 개의 투입요소(품질/신뢰성 평가지표의 투입요소에 해당하는 범주)를 사용하여 s 개의 산출요소(품질/신뢰성 평가지표의 산출요소에 해당하는 범주)를 생산한다고 가정하자.

그리고 j 번째 기업(DMU_j)의 i 투입요소의 평가점수를 $x_{ij}(i=1, 2, \dots, m)$, r 번째 산출요소에 대한 평가점수를 $y_{rj}(r=1, 2, \dots, s)$ 라고 하고 $x_{ij} \geq 0$ 이고 $y_{rj} \geq 0$ 이라 하자. 그러면 별 기업(DMU_0)의 품질/신뢰성 효율성 측정치 h_0 를 구하기 위한 CCR-DEA 모형은 다음 선형계획법으로 주어진다.

$$Min. h_0 = \theta - \varepsilon [\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+] \quad (1)$$

$$s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0}, \quad i=1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r0}, \quad r=1, \dots, s \quad (3)$$

$$s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0, \quad \forall i, r, j \quad (4)$$

여기서, h_0 : DMU_0 의 효율성, θ : DMU_0 의 상대적 효율성, ε : non-Archimedean 상수, s_i^-, s_r^+ : 여유변수, λ_j : 가중치이며, i, r, j 는 각각 투입변수, 산출변수, 대상기업이다.

위 선형 계획법의 해를 구한 후 개별기업(DMU_0)가 $h_0^* = 1$ 로서 효율적이라고 평가되기 위해서는 첫째, $\theta^* = 1$ 이고 둘째, 여유변수 $s_i^{*-}, s_r^{*+} = 0$ 이라는 조건을 동시에 만족하여야 한다<12>.

4. 품질/신뢰성 평가 사례연구

본 장에서는 2006년도 반도체 장비 협의회에 등록된 20개 기업들의 품질/신뢰성 평가점수를 바탕으로 개별 기업들의 품질/신뢰성 효율성을 평가하고 그 결과를 분석하며, 효율성 평가결과를 품질/신뢰성 개선계획수립 모형에 적용하여 세부평가항목별 개선수준과 개선항목을 도출하는 방법을 설명한다.

4.1 분석자료

본 연구에서는 반도체 장비 협의회에 등록된 기업에 대하여 선정하였다. 대기업과 중소 기업간의 평균점수

의 차이가 46점으로 이는 중소기업들에 비해 대기업들이 품질/신뢰성 강화를 위한 활동을 보다 적극적으로 추진하고 있음을 의미하는 것이다.

<표 3> 2006년 반도체 장비 협의회 등록된 기업의 범주별 평가점수

기업	투입 1		투입 2		투입 3		투입 4		투입 5		투입 6		투입 7		산출 1	산출 2
	품질	신뢰성	품질	신뢰성	품질	신뢰성	품질	신뢰성	품질	신뢰성	품질	신뢰성	품질	신뢰성		
A 대	82	3	44	37	80	6	66	17	73	12	50	35	61	22	87	82
B 중소	73	2	45	37	72	6	63	18	65	13	42	36	54	22	78	80
C 중소	80	3	47	33	77	5	66	15	72	12	51	31	61	18	80	79
D 중소	69	2	40	36	66	5	58	19	60	13	38	35	54	22	76	74
E 중소	73	2	44	31	67	5	59	16	59	13	42	33	58	19	74	71
F 대	82	3	47	37	74	6	67	18	71	13	53	34	65	21	87	86
G 대	80	1	50	34	78	5	69	17	75	13	53	30	66	18	83	82
H 대	73	2	46	31	74	5	66	14	66	12	49	29	59	19	76	77
I 대	78	2	47	35	77	6	66	18	70	13	48	35	64	21	83	88
J 중소	72	2	40	35	65	5	59	18	58	13	38	35	51	21	74	74
K 중소	73	2	39	32	67	5	59	16	64	11	43	29	56	18	74	71
L 중소	80	2	42	37	74	5	61	17	65	12	44	35	61	20	82	75
M 중소	80	2	50	36	79	6	69	17	71	12	51	34	64	21	82	86
N 중소	83	1	48	37	82	6	69	17	73	13	50	34	67	22	89	86
O 대	81	3	48	34	81	6	66	17	73	13	50	33	61	21	85	88
P 대	91	2	54	32	83	6	70	19	78	13	58	32	66	22	88	90
Q 중소	74	2	45	34	68	5	61	16	64	12	48	30	56	20	75	75
R 대	70	2	40	35	69	5	57	19	65	13	39	36	57	23	78	75
S 대	70	3	50	37	75	6	69	18	68	13	52	32	64	22	83	88
T 대	84	1	50	37	77	6	65	18	71	12	51	32	65	20	83	84

위 <표 3>에서 번호로 표기된 투입·산출변수를 정리하면 다음과 같다.

<표 3>의 투입·산출변수를 이용하여 평가대상 기업 20개에 대해서 CCR-DEA모형을 적용하면 품질/신뢰성 효율치를 구할 수 있다. 기업A의 효율성을 평가하기 위해 CCR-DEA모형을 20개의 평가대상 기업에 적용시키면 개별기업의 효율성은 다음 <표 4>와 같이 주어진다.

4.2 분석결과

효율성 분석방법은 한국과학기술원에서 개발한 한글로 처리하는 선형/정수 계획법 컴퓨터 패키지인 K-OPT를 활용하였다.

<표 4> 효율성 분석 결과

기업명	효율성 지수	효율성 참조집합	참조집합 출현빈도수	기업명	효율성 지수	효율성 참조집합	참조집합 출현빈도수
A	1		5	K	0.99297	1,4,6,14,18	
B	1		1	L	1		1
C	0.97286	1,10,15		M	0.97484	6,10,15,19	
D	1		3	N	1		3
E	0.97757	4,6,10,12,19		O	1		7
F	1		6	P	0.98672	1,6,15	
G	0.97343	1,4,15,19		Q	0.96905	2,6,10,15,19	
H	0.96408	1,14,15,19		R	1		1
I	1		1	S	1		5
J	1		4	T	0.98379	6,9,14,15	

<표 6>의 결과를 살펴보면 기업H의 경우에는 품질/신뢰성 평가점수 순위가 14위임에도 불구하고 품질/신뢰성 효율성은 96%로 가장 낮게 나타났으며, 이는 약 4%의 비효율성이 해당 기업에 존재한다는 것을 의미한다. 이러한 비효율성은 효율적인 기업으로 나타난 참조집합의 투입 가중치와 산출 가중치와 비교하였을 때 해당 기업은 강점이 부족한 범주에 투입노력을 과다투입 하였음을 시사한다. 동일한 투입노력으로 산출해야 할 품질/신뢰성 점수가 참조집합에 비해 부족하게 나타나고 있음을 의미한다.

<표 5>에서 기업H는 품질/신뢰성 평가지표 중 문서/환경/안전 범주에 3(4%), 설계 및 개발 범주에 3(4%), 구매/자재 범주에 3(4%), 생산 및 제조 범주에 5(7%), 검사 및 시험 범주에 3(4%), 서비스 범주에 4(5%), 영업/물류 범주에 3(4%), 만큼의 투입노력이 과다 투입되고 있음을 알 수 있다. 이는 해당 기업이 자신의 약점과 강점을 정확하게 파악하여 투입요소인 범주별 투입노력을 적절하게 분배하였다면 동일한 노력으로 보다 높은 품질/신뢰성을 달성할 수 있었음을 나타내는 것이다.

<표 5> 비효율성 기업들의 과다투입분 및 산출 부족분

DMUS	구분	투입변수							산출변수	
	효율치	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1	Y2
C	0.9729	4	4	2	3	5	4	2	0	0
E	0.9776	2	2	2	2	2	3	4	0	0
G	0.9734	2	3	2	3	7	2	2	0	0
H	0.9641	3	3	3	5	3	4	3	0	0
K	0.9930	5	0	1	3	2	1	1	0	0
M	0.9748	7	3	4	2	2	3	2	0	0
P	0.9867	6	1	1	3	3	4	3	0	0
Q	0.9691	2	5	2	2	3	3	2	0	0
T	0.9838	5	7	2	1	1	1	2	0	0

4.3 신뢰성/품질 평가 와 효율성 상관 분석

효율성 분석결과를 살펴보면 <표 6>에서와 같이 품질/신뢰성 평가점수가 가장 높은 기업P의 경우 효율성 값이 0.98672으로 효율성 순위가 13위로 나타났다. 이는 품질/신뢰성을 강화하기 위한 활동 및 자원배분에 있어서 효율적으로 나타난 기업들에 비해 1.328%의 비효율이 존재하고 있음을 의미한다. 이에 반해 평가점수

순위가 20위인 기업K의 경우는 평가점수는 가장 낮게 나타났지만 품질/신뢰성 강화를 위한 활동에 투입하는 노력이나 경영자원의 배분이 20개 기업 중 12위로 나타남을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 품질/신뢰성 평가점수에 의한 순위와 품질/신뢰성 효율성 평가순위 간에 유의적인 차이가 있는지를 알아보기 위해서 다음과 같은 귀무가설과 대립가설을 설정하였다.

<표 6> 품질/신뢰성 효율성 및 총점수 순위

기업명	효율치	효율성 순위	품질/신뢰성 평가점수	품질/신뢰성 평가순위	기업명	효율치	효율성 순위	품질/신뢰성 평가점수	품질/신뢰성 평가순위
A	1	1	757	6	S	1	1	750	10
B	1	1	706	13	K	0.99297	12	659	20
D	1	1	667	17	P	0.98672	13	804	1
F	1	1	764	3	T	0.98379	14	756	7
I	1	1	751	9	E	0.97757	15	666	18
J	1	1	660	19	M	0.97484	16	760	4
L	1	1	712	12	G	0.97343	17	754	8
N	1	1	777	2	C	0.97286	18	730	11
O	1	1	760	4	Q	0.96905	19	685	15
R	1	1	683	16	H	0.96408	20	698	14

H_0 : 품질/신뢰성 평가점수에 의한 평가순위와 효율성에 의한 평가순위 간에는 서열상관관계가 없다.

H_1 : 품질/신뢰성 평가점수에 의한 평가순위와 효율성에 의한 평가순위 간에는 서열상관관계가 있다.

귀무가설을 검증하기 위해서 Spearman 상관계수를 이용한 순위검정(rankcorrelation)을 실시하였다. <표 6>의 순위분석 자료를 이용하여 스피어만 순위상관계수 r_s 를 계산하면 -0.388으로 일반적으로 음(-)의 상관관계가 존재하고 있음을 알 수 있다.

스피어만 순위상관계수를 구한 뒤, 이 계수가 얼마나 의미 있는 것인가를 검정하기 위한 통계량은 다음과 같이 주어진다.

양측검증일 경우 기각역은 $r_s < -r_s(\alpha/2, n)$ 또는 $r_s < r_s(\alpha/2, n)$ 이므로, 유의수준 0.05, $n=20$ 인 경우 스피어만 순위상관계수검정 임계값에서 찾을 경우 $r_s(0.025, 20) = 0.450$, 이므로, 상관계수(-0.388)가 임계값보다 작으므로 H_0 를 채택한다.

따라서 평가점수 순위와 효율성 순위와의 서열상관관계가 없다는 결론을 도출할 수 있다.

4.4 신뢰성 평가와 효율성 상관 분석

<표 3>을 참조하여 신뢰성평가 점수만을 취합하여 나온 순위와 효율성 순위를 구하여 Spearman 상관계

수를 이용한 순위검정(rankcorrelation)을 실시하였다.

<표 7>에 나타난 신뢰성평가순위와 효율성 순위와의 검정을 위하여 가설을 다음과 같이 설정 하였다.

H_0 : 신뢰성항목 평가점수에 의한 평가순위와 효율성 순위 간에는 서열상관 관계가 없다.

H_1 : 신뢰성항목 평가점수에 의한 평가순위와 효율성 순위 간에는 서열상관 관계가 있다.

귀무가설을 검증하기 위해서 Spearman 상관계수를 이용한 순위검정(rankcorrelation)을 실시하였다. <표 6>의 순위분석 자료를 이용하여 스피어만 순위상관계수 r_s 를 계산하면 0.6406으로 양(+)의 상관관계가 존재하고 있음을 알 수 있다.

스피어만 순위상관계수를 구한 뒤, 이 계수가 얼마나 의미 있는 것인가를 검정하기 위한 통계량은 다음과 같이 주어진다.

양측검증일 경우 기각역은 $r_s < -r_s(\alpha/2, n)$ 또는 $r_s < r_s(\alpha/2, n)$ 이므로, 유의수준 0.05, $n=20$ 인 경우 스피어만 순위상관계수검정 임계값에서 찾을 경우 $r_s(0.025, 20) = 0.450$, 이므로, 상관계수(0.6406)가 임계값보다 크므로 H_0 를 기각한다.

따라서 신뢰성항목에 대한 평가점수 순위와 효율성 순위 간에는 양의 서열 상관관계가 있음을 알 수 있다는 결론을 얻을 수 있다.

<표 7> 신뢰성 분석 결과

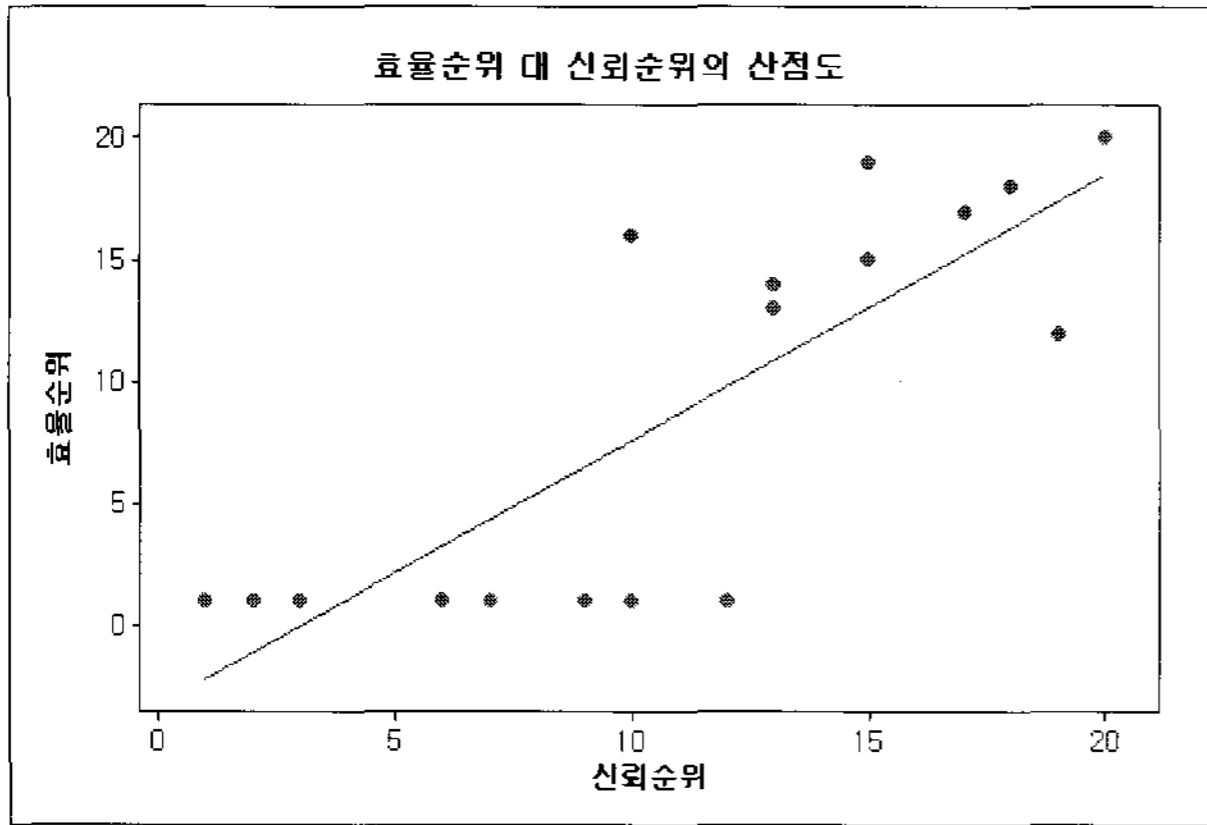
기업명	효율치	효율성 순위	신뢰성 평가점수	신뢰성 평가순위	기업명	효율치	효율성 순위	신뢰성 평가점수	신뢰성 평가순위
A	1	1	132	3	S	1	1	131	6
B	1	1	134	1	K	0.99297	12	113	19
D	1	1	132	3	P	0.98672	13	126	13
F	1	1	132	3	T	0.98379	14	126	13
I	1	1	130	7	E	0.97757	15	119	15
J	1	1	129	9	M	0.97484	16	128	10
L	1	1	128	10	G	0.97343	17	118	17
N	1	1	130	7	C	0.97286	18	117	18
O	1	1	127	12	Q	0.96905	19	119	15
R	1	1	133	2	H	0.96408	20	112	20

<그림 4>와 같이 신뢰성평가 순위와 효율성 순위와의 산점도를 나타내었을 경우 양의 상관관계가 있는 것을 눈으로 알 수가 있다.

여기서 주의해야 할 사항은 효율성은 조사대상기업내 범주에서의 상대적 효율성이므로, 효율성과 상관이 낮게

나온다고, 기업이 문제가 있다고는 단정지을 수는 없다.

상대적 기업이 초 일류 기업이라면 당연히 효율성이 낮게 나타날 수 있기 때문이다. 여기서는 자동화설비를 제조하는 회사이므로 보전성 및 신뢰성 등이 중요시 되는 업종이다.



<그림 4> 신뢰성평가 순위와 효율성순위와의 산점도

4.5 비효율적인 항목 개선

품질/신뢰성의 각각의 항목에 대한 강점 및 약점, 벤치마킹 대상 업체를 토대로 효율성 향상을 위한 현재 수준에서 기업들의 무엇을 개선하여야 할 내용에 대하여 기업 H에 대하여 최소의 투입노력으로 목표를 달성할 수 있는 대안을 예를 들어 도출하고자 한다. 그리고, 향후 기업들이 효율성을 높이기 위해서 어떻게 준비하고 추진하여야 할지에 대하여 방향성을 제시하는 것으로 본 연구를 마무리 하고자 한다.

품질/신뢰성 효율성 중에서 비효율적인 기업으로 나타난 기업H에 대해서 개선항목과 개선수준을 도출하고자 한다. H기업에 대한 품질/신뢰성 평가결과가 <표 8>과 같고, 투입노력의 유형에 대하여 <표 9>와 같이 3가지로 분류하였으며, 유형 1은 일정형이며, 유형 2는 점진적 증가형, 유형 3은 점진적 감소형이다.

이것을 각각의 세부 항목별로 기업의 특성에 맞게 구하였다. 이것을 바탕으로 평가지표의 수준에 따른 투입노력의 차이(cij)를 평가 항목별로 구하였다.

<표 8> H기업 품질/신뢰성 평가 결과

구분	항목	세부결과		결과		비고			
		배점	평점	배점	평점				
1. 문서/환경/안전	1.1 방침 및 전략	9	9	100	75				
	1.2 사내표준의 운영관리 상태 점검	9	6						
	1.3 표준준수상태에 대한 점검	6	4						
	1.4 문서관리상태에 대한 점검	12	12						
	1.5 기록관리상태에 대한 점검	6	4						
	1.6 경영의지 점검	3	1						
	1.7 고객중심 점검	3	3						
	1.8 품질/환경경영시스템 방침	9	6						
	1.9 기획점검	3	1						
	1.10 내부의사소통 점검	13	12						
	1.11 경영대리인	3	2						
	1.12 경영검토 점검	3	2						
	1.13 환경관리	9	3						
	1.14 안전관리	9	8						
	1.15 신뢰성 관련	3	2						
2. 설계 및 개발	2.1 설계 및 개발 기획	12	12	100	77				
	2.2 설계 및 개발 입력	6	6						
	2.3 설계 및 개발 출력	6	6						
	2.4 설계 및 개발 검토	9	9						
	2.5 설계 및 개발 검증	9	4.5						
	2.6 설계 및 개발 타당성	9	4.5						
	2.7 설계 및 개발 변경 관리	6	4						
	2.8 신뢰성 관련	43	31						
	3. 구매/자재	3.1 구매 프로세스	12			12	100	79	
		3.2 구매정보 점검	6			6			
3.3 구매물의 검증		9	6						
3.4 협력업체 등록관리		12	10						
3.5 협력업체 정기평가 실시 상태		18	14						
3.6 협력업체변경절 관리 상태		18	14						
3.7 자재참고 관리상태 점검		18	12						
3.8 신뢰성 관련		7	5.017						
4. 생산 및 제조	4.1 생산기반 점검	12	12	100	80				
	4.2 생산현장 환경관리상태 점검	18	12						
	4.3 설비관리 상태점검	12	10						
	4.4 변경절 관리 상태	12	10						
	4.5 작업관련 표준준수상태 점검	12	9						
	4.6 통계적 공정관리	13	13						
	4.6 신뢰성 관련	21	14						
5. 검사 및 시험	5.1 계측기 관리 상태 점검	12	6	100	78				
	5.2 계측기 교정상태 점검	18	18						
	5.3 자체 검 교정상태 점검	12	8						
	5.4 수입검사 관리상태 점검	12	9						
	5.5 공정검사 관리상태 점검	9	7						
	5.6 출하검사 관리상태 점검	9	7						
	5.7 부적합품 처리	13	11						
5.8 신뢰성 관련	15	12							
6. 서비스	6.1 고객불문 접수관리	12	9	100	78				
	6.2 고객불만 사후관리	18	15						
	6.3 고객,시장 정보의 수집과 분석	15	10						
	6.4 고객,시장 요구사항에 대한 대응	15	15						
	6.5 신뢰성 관련	40	29						
7. 영업/물류	7.1 제품참고 관리상태 점검	24	20	100	78				
	7.2 제품 입/출고관리상태 점검	18	15						
	7.3 물류/인도 운영	33	24						
	7.4 신뢰성 관련	25	19						
8. 고객만족(C/S)	8.1 고객관리 프로세스 점검	9	9	100	76				
	8.2 제품관련 요구사항 검토	18	13.5						
	8.3 고객과의 의사소통	9	5.25						
	8.4 고객만족도 조사	36	27						
	8.5 고객만족 성과	23	21.5						
9. 경영성과	9.1 기술력 수준	12	12	100	77				
	9.2 재무지표	45	37						
	9.3 인사관리	18	16						
	9.4 고객관련	25	12						

<표 9> 투입유형의 분류 예시

유형	수준					비고
	E	D	C	B	A	
유형 1	20	40	60	80	100	일정형
유형 2	25	30	40	60	100	점진적 증가형
유형 3	25	65	85	95	100	점진적 감소형

현재 품질/신뢰성 평가점수가 545점인 기업H의 개선 목표 점수가 650점이라고 할 때 개선항목과 개선수준 도출을 위한 모형에 대하여 기업H에 대하여 구하면 다음과 같다.

위 모형에서 투입노력을 최소로 하면서 목표점수 650 점을 달성하기 위한 세부평가항목별 개선항목과 개선수준을 구하기 위하여 K-OPT 프로그램을 활용하였다.

K-OPT 프로그램을 통하여 얻어진 모형에 대하여 개선 수준은 <표 10>과 같이 구하였다. <표 10>에서 ○는 현재의 수준을 나타내고 ●는 개선수준을 나타낸다.

개선항목과 개선수준을 살펴보면 DEA 모형의 벤치마킹 결과로부터 도출된 투입초과분에 대해서 부여된 패널티와 범주별 투입노력도를 반영하여, 주어진 목표 점수를 달성하는 범위 내에서 세부평가항목들에 대한

개선항목이 도출된다. 도출된 결과는 문서/환경/안전 범주의 경영대리인, 경영검토 점검, 환경관리, 신뢰성 관련 등 전체 7개 범주에 14개의 세부 항목이 개선대상 항목으로 선정되었다. 개선항목들의 개선수준은 항목에 따라 현재수준을 유지하거나 1단계 수준향상으로 나타났다. 또한 신뢰성 관련 항목은 대부분이 1단계 개선을 하는 것으로 나타났다.

이와 같이 효율을 높이기 위하여 기업별 개선목표를 달성하기 위한 최소한의 노력으로 개선항목에 대하여 도출할 수 있으며, 또한 신뢰성 시스템 구축이 업무효율과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있으며 그러므로, 향후 기업들은 신뢰성관련 시스템 구축을 통하여 업무효율을 높여야 한다는 결론을 얻을 수 있다.

<표 10>범주별 개선수준 및 개선항목

구 분	항 목	현재수준 및 개선수준				
		E	D	C	B	A
1. 문서/환경/안전	1.1 방침 및 전략					●
	1.2 사내표준의 운영관리 상태 점검				●	
	1.3 표준준수상태에 대한 점검				●	
	1.4 문서관리상태에 대한 점검					●
	1.5 기록관리상태에 대한 점검				●	
	1.6 경영의지 점검		●			
	1.7 고객중심 점검					●
	1.8 품질/환경경영시스템 방침				●	
	1.9 기획점검		●			
	1.10 내부의사소통 점검					●
	1.11 경영대리인				○	●
	1.12 경영검토 점검				○	●
	1.13 환경관리		○	●		
	1.14 안전관리					●
	1.15 신뢰성 관련				○	●
2. 설계 및 개발	2.1 설계 및 개발 기획					●
	2.2 설계 및 개발 입력					●
	2.3 설계 및 개발 출력					●
	2.4 설계 및 개발 검토					●
	2.5 설계 및 개발 검증			○		●
	2.6 설계 및 개발 타당성			○	●	
	2.7 설계 및 개발 변경 관리				○	●
	2.8 신뢰성 관련				○	●
3. 구매/자재	3.1 구매 프로세스					●
	3.2 구매정보 점검					●
	3.3 구매품의 검증				●	
	3.4 협력업체 등록관리					●
	3.5 협력업체 정기평가실시 상태				●	
	3.6 협력업체변경점 관리 상태				●	
	3.7 자재창고 관리상태 점검				●	
	3.8 신뢰성 관련				○	●

<표 10> 범주별 개선수준 및 개선항목(계속)

구 분	항 목	현재수준 및 개선수준				
		E	D	C	B	A
4. 생산 및 제조	4.1 생산기반 점검					●
	4.2 생산현장 환경관리상태 점검				●	
	4.3 설비관리 상태점검					●
	4.4 변경점 관리 상태					●
	4.5 작업관련 표준준수상태 점검				●	
	4.6 통계적 공정관리					●
	4.7 신뢰성 관련				○	●
5. 검사 및 시험	5.1 계측기 관리 상태 점검			●		
	5.2 계측기 검?교정상태 점검					●
	5.3 자체 검?교정상태 점검				○	●
	5.4 수입검사 관리상태 점검				●	
	5.5 공정검사 관리상태 점검				●	
	5.6 출하검사 관리상태 점검				●	
	5.7 부적합품 처리					●
	5.8 신뢰성 관련					●
6. 서비스	6.1 고객불문 접수관리				●	
	6.2 고객불만 사후관리					●
	6.3 고객,시장 정보의 수집과 분석				●	
	6.4 고객,시장 요구사항에 대한 대응					●
	6.5 신뢰성 관련				○	●
7. 영업/물류	7.1 제품창고 관리상태 점검					●
	7.2 제품 입/출고관리상태 점검					●
	7.3 물류/인도 운영				○	●
	7.4 신뢰성 관련				○	●

5. 결론

본 연구에서는 현 품질경영시스템인 ISO 9000시스템의 2000년 규격 요구사항에 따른 제품의 계획, 설계 단계부터 폐기 단계에 이르기까지 지속적인 안전성과 신뢰성 측면에서 리스크를 평가하고 위험요소에 대한 수단과 대책을 강구하는 IEC 60300시스템의 규격을 고찰하여 현 기업의 경영시스템을 한 차원 높여 제품안전과 고객만족의 선도 경영시스템으로 도입, 운용될 수 있도록 기본적인 자료를 제공하였다.

품질경영시스템 및 신뢰성경영시스템 수행상태를 Check list로 평가하여 그 결과 보완사항에 대하여 최

소 노력으로 개선하는 항목을 설정하였다.

신뢰성 경영시스템이라는 것이 물론 우리의 현 상황에서 신뢰성 경영시스템 도입은 시기상조 일수 있으나, 앞으로 부품·소재, 제품의 신뢰성을 보장할 수 있는 방안으로써 신뢰성 경영시스템에 대한 인증은 기업경영에 있어서 반드시 필요 할 것이다.

신뢰성 관련 기술을 표준화하고, 효율적인 경영시스템을 도입하여 운영하고, 세계일류의 전문가들이 만든 기술체계를 도입하여, 부품·소재, 기업의 신뢰성 경영시스템을 발전시키면 수출 경쟁력 확보 등 우리 산업의 현안을 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

6. 참고 문헌

- [1] 김종걸, 김진국, "IEC 60300 표준의 개정 방향에 관한 연구", 안전경영과학회 학술대회 논문집, pp. 45-51, 2002.
- [2] 엄상준, "신뢰성 경영시스템 IEC 60300의 효과적인 인증 방안", 석사학위논문, 성균관대학교, pp. 21-39, 2003.
- [3] IEC/TC 56, "IEC 60300-1 ; Dependability management system", 2003.
- [4] IEC/TC 56, "IEC 60300-2 ; Guidelines for dependability management", 2004.
- [5] IEC/TC 56, "International standards on dependability", 2001.
- [6] Brombacher, A.C., "Maturity index on reliability: covering non-technical aspects of IEC 61508 reliability certification.", Reliability Engineering and Safety 66, pp. 109-120, 1999.
- [7] Eitan Naveh and Alfred A Marcus, "When Does the ISO 9000 Quality Assurance Standard Lead to Performance Improvement? Assimilation and Going Beyond", IEEE Transaction On Engineering Management, Vol 51. No 3, 2004
- [8] ISO 9000 Survey, McGraw-Hill, New York, 1996.
- [9] "KS A 9001/ISO 9001: 2000" KMAQA.
- [10] [ISO 9001/ ISO 14001 OHSAS 18001], "統合 アネジソトシステム の つく り 方", お の た か の り", pp. 14-31, 1995.
- [11] R. Cooper and R. Zmud, "Information technology implementation", Manage. Sci., Vol. 36, No. 2, pp. 123-139, 1990.
- [12] Choi, H and Sohn, S, y., "Fuzzy DEA under Uncertainty" journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 26 No. 1, pp. 36-72, 2003
- [13] IEC 61508-2 Functional safety of electrical/ electr-onical/ programmable electronic safety-related systems- part 2 : Requirements for electrical/electr-onical / programmable electronic safety-related systems 1
- [14] IEC 61508-3:1998 Functional safety of electrical / electr - onical /programmable electronic safety-related systems- part 3 : Software Requirements
- [15] IEC 61508-4:1998 Functional safety of electrical /electr- onical/programmable electronic safety-related systems- part 4 : Definitons and abbreviations
- [16] IEC 61508-5:1998 Functional safety of electrical /electr-onical/programmable electronic safety-related systems- part 5 : Exeamples of metoods for the determination of safety intergrity levels
- [17] IEC 61508-6:1998 Functional safety of electrical /electr- onical/programmable electronic safety-related systems- part 6 : Guidelines on the application ofparts 2 and 3
- [18] IEC 61508-7:1998 Functional safety of electrical /electr-onical/programmable electronic safety-related systems- part 7 : Overview of techniques and measures
- [19] IEC 61508-1:1998 Functional safety of electrical /electr-onical/programmable electronic safety-related systems : General Requirements

저 자 소 개

김 종 걸



서울대학교 계산통계학에서 석사, 한국과학기술원 산업공학교에서 박사 학위를 취득하였으며, 현재 산업자원부 신뢰성위원, IEC/TC56 전문위원, 한국 품질보증/PL 연구회 회장으로 활동하고 있으며, 성균관대학교 시스템경영학과 교수로 재직 중이다.

주소: 경기도 수원시 장안구 천천동 성균관대학교 시스템경영공학과

김 창 수



호서대학교에서 학사, 성균관대학교 산업공학과에서 석사, 박사 학위를 취득하였으며, 현재 리스크경영평가원 대표, 한국표준협회 수석컨설턴트, 성균관대학교 산업공학과 학부/대학원 외래강사, 오산대학 산업경영과 겸임교수로 재직 중이다.

주소: 경기도 오산시 청학동 17 오산대학 산업경영과