

신뢰성경영시스템에서 트리즈를
활용한 제품과 프로세스의 통합 개발
The Application of TRIZ for Integrated
Development of Product and Process in
Dependability Management System

김 종 곁* · 김 형 만**

Jong-Gurl Kim* · Hyung-Man Kim**

Abstract

현재 기업에서는 제품인증과 경영시스템인증의 신뢰성 확보가 중요한 과제이다. 이는 제품개발 중심에서 제품 및 프로세스의 통합 개발 중심으로 연구의 필요성을 제시해주고 있다. 따라서, 정적인 제품인증에서 동적인 시스템인증의 필요성이 대두되면서 신뢰성경영시스템(DMS; Dependability Management System; IEC60300)이 요구되어진다. 제품개발의 프로세스에서 발생하는 신뢰성 문제점들을 해결하기 위하여 트리즈(TRIZ ; Theory of Inventive Problem Solving) 기법을 활용하였다.

본 연구에서는 창의적 문제해결 방법론인 트리즈 기법을 활용하여 신뢰성경영시스템에서 제품 및 프로세스 통합개발(IPPD; Integrated Product and Process Development)을 하고자 한다. 결과적으로 창의적 신뢰성경영시스템(CDMS; Creative Dependability Management System)을 제품 및 프로세스 통합개발 모델로 제시한다.

Keywords: TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving), DMS(Dependability Management System; IEC60300), IPPD(Integrated Product and Process Development), CDMS(Creativity Dependability Management System)

* 성균관대학교 시스템경영공학과

** 성균관대학교 산업공학과, 상지대학교 시스템경영공학과

1. 서 론

1.1 연구의 배경

최근 기업에서는 트리즈의 필요성에 대한 인식론이 강조되고 있다. 기업에서 효과적인 업무를 진행하고자 한다면 트리즈의 학습을 권하고자 한다. 이는 기업에서 발생하는 문제에 대한 정확한 인식과 최적의 해결점을 도출할 수 있는 창의적 문제해결 방법론이라고 생각한다[5].

국내에 트리즈가 도입된 이래 지난 몇 년간 여러 기업에서 적게는 3배에서 많게는 480배가 넘게 생산성이 향상되는 결과를 얻었다[5].

최근 기업은 다양한 분야에서의 복잡한 시스템들이 개발되어 생산뿐만 아니라 설계 개발 및 운용 등 개발생명주기 전반의 프로세스에서 신뢰성을 강조하고 있다. 시스템의 복잡성은 문제점을 해결하기 위해서 문제의 본질에 맞춰 문제해결을 단순화시키는 것이 중요하며, 이의 구체적 방안으로 문제의 본질적인 것에 집중하여 아이디어를 도출해내는 것이 중요하다.

시스템엔지니어링에서의 제품, 프로세스, 그리고 통합개발의 동시적 개발은 제품 및 생명주기 프로세스의 요구사항을 동시에 개발하기 위함이며, 동시개발에 따라 명확하게 정의되지 않은 인터페이스로 인해 나타나는 개발상의 많은 문제점과 위험을 줄이고자 한다. 이것은 엔지니어링의 설계시간을 감소시키고, 개발기간 및 비용의 감소 이득을 기대할 수 있다. 그러나 이와 같이 신뢰성경영시스템에서의 제품 및 프로세스 통합개발을 위한 표준이나 지침들이 구체적으로 방안이 제시되지 않은 실정이다. 이를 창의적 문제해결방법인 트리즈를 활용하여 창의적인 신뢰성경영시스템을 수립하고자 한다.

1.2 연구의 목적

지금까지 창의성을 개발하기 위해 많은 이론과 방법론이 거론되었다. 대부분 회의를 좀더 효율적으로 하기 위한 기법일 뿐 아이디어를 구체적으로 만들어내는 수준에는 미치지 못하고 있다. 이와 비교해볼 때 트리즈 방법론은 매우 구체적이고 체계적으로 아이디어를 찾아가도록 도와준다. 발명원리 40가지 창의기법은 단지 공학 측면에서만 사용되는 것이 아니라 기획, 서비스, 공공, 금융 등 다양한 영역에서 두루 적용이 가능하다는 점이 특징이다[2].

창의적인 아이디어는 우연한 발상에 의해 형성 되는 게 아니다. 창의적 발상은 시간과 영역을 넘어 반복적으로 나타나며 일정한 규칙성을 갖고 있다. 따라서 기업의 신뢰성경영시스템에서 문제해결을 위한 아이디어를 체계적으로 도출하여, 제품 및 프로세스 통합개발을 위해 트리즈 기법을 적합성 있게 활용할 수 있는 방법이 연구되어야 한다[2].

현대 기업의 구성원들은 선천적으로만 높은 창의성을 발휘하기에는 한계성을 가지고 있다. 따라서 신뢰성경영시스템에서 트리즈 교육은 전사적으로 체계를 갖추어 실행되어져야 한다. 이는 제품 및 프로세스 통합개발에 문제해결안의 창의적 도출을 유도

할 수 있도록 기반이 구축되어지는 것이다.

기존 연구들은 제품, 프로세스, 조직 전체를 동시에 다루어 통합되어야 함에 의견을 내고 있다. 그리고 제품, 프로세스, 조직을 모델링을 통해 계층적으로 설계하는 시스템적 접근 개념을 따르고 있다. 그러나 제품 및 프로세스와 함께 목적이 명확한 새로운 기능을 갖는 통합개발을 신뢰성경영시스템의 전체적 관점을 통해 창의적 문제 해결 접근법을 이용하여 차별화 한다.

본 연구에서는 우선 트리즈에 대한 개념과 특징을 설명하고, 기업에서 적용되고 있는 기본 제품, 프로세스 및 조직을 정의하고, 이에 따른 트리즈 기법 분류를 이해하며, 신뢰성경영시스템에서 제시하고 있는 제품수명주기 단계를 설명하고자 한다. 이는 신뢰성 확보를 위한 비용적 관점에서 수명주기를 이해하는 것이다. 그리고 기존경영기법과 트리즈의 통합 원리를 설명하고, 마지막으로 트리즈를 활용한 신뢰성경영시스템에서 제품 및 프로세스 통합개발 모델을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 제품, 프로세스, 조직의 정의

Kasser는 제품, 프로세스, 그리고 조직에 대한 속성을 비용효과성 측면에서 다음과 같이 구체적으로 정의하여 구분하고 있다[5].

(1) 제품(Product)

- 개발소요기간 또는 상용장비의 구매량
- 구매된 하드웨어의 유형
- 하부조직에 계약된 기술과 서비스의 유형

(2) 프로세스(Process)

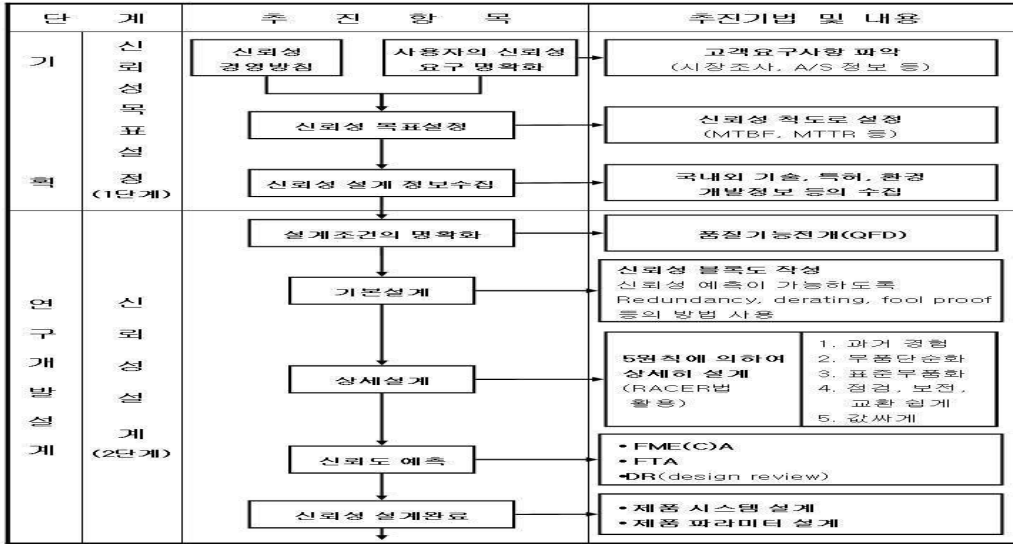
- 프로세스의 공식화 정도
- 공식문서의 양
- 프로세스에 있는 인력의 경험, 교육수준
- 프로젝트 관리자의 효과성
- 필요한 시점에서의 자원 가용성

(3) 조직(Organization)

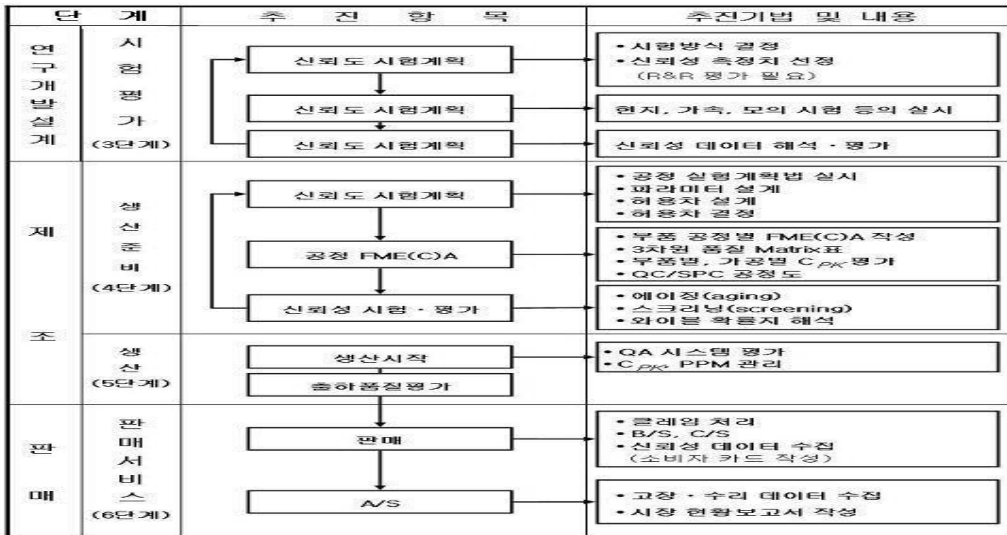
- 조직적 총 경비
- 관리자의 효과성과 경험
- 기술 및 경험적 기반

2.2 기존의 신뢰성 체계도

제품을 생산하는 기업에서 추진하는 신뢰성경영공학(Reliability Management Engineering)의 체계에 대하여 개괄적으로 신뢰성체계도를 구성하였다. 이에 따른 신뢰성경영시스템과 트리즈 기법을 적용하여 문제해결의 창의성 접근 절차를 수립하고자 한다.



[그림 2-1] 신뢰성 추진체계(a)



[그림 2-2] 신뢰성 추진체계(b)

2.3 트리즈 기법의 분류

트리즈 기법은 Classical TRIZ의 6가지 기법이 핵심이다. 이는 발명원리 40가지, 물리적 모순, 물질-장 분석, 표준해 76가지, 효과, 기술진화법칙, Smart Small Person 등이 있다. 또한 Contemporary TRIZ 기법으로 System Operator, AFD, Trimming, Directed Evolution, OTSM TRIZ, TOP Analysis, 9 Windows, Root cause analysis 등이 있다[5].

2.3.1 Classical TRIZ 기법

(1) 발명원리 40과 기술모순표(기술모순 매트릭스)

기술적 모순문제는 하나의 특성을 개선했을 때 다른 특성이 나빠지는 문제를 해결하는 기법이다. 이는 발명원리 40가지로 정리되어있다. 문제가 주어지면 문제의 유형을 판단하고 기술모순 문제라면 이 기법을 활용한다.

(2) 물질-장 표준해

이것은 원인탐색, 측정, 행위부재, 모순 등 모든 문제 해결이나 문제 분석에 이용하는 기법이다. 물질-장 분석은 문제가 일어나는 최소 조건인 도구(Tool, S1)과 제품(Product, S2), 장(Field)의 요소를 조합해 모델화 하였다. 그리고 이를 표준해 76과 비교하여 문제의 유형을 파악하여 제시된 해법을 참고해서 문제를 해결하는 기법이다.

(3) 효과(Effects)

이것은 행위부재 문제나 기능 설계 등에서 사용하는 기법이다. 효과는 물리, 화학, 기하학의 지식을 과학자의 관점(원리 위주)이 아니라 기술자의 관점(기능 위주)로 재정리한 기법이다. 기술자에게 과학지식은 중요하지만 현장 기술자들이 연구개발에서 과학지식을 체계적으로 이용하는 경우는 매우 적다.

효과는 다음과 같은 절차를 이용한다.

첫째, 도구(Tool)와 제품(Product)을 정한다.

둘째, 도구가 제품에게 하고자 하는 기능(Function)이 무엇인가를 정한다.

셋째, 효과 색인을 활용해 해당 효과를 검색한다.

넷째, 검색된 효과 목록들을 평가해 적절한 것을 문제에 적용한다.

(4) 물리적 모순 분리(Physical Contradiction)

1단계 : 문제 종류의 파악

2단계 : 문제 제약조건 파악

3단계 : 모순 발생 및 정의

4단계 : 모순의 분리 및 해결

5단계 : 모순 해결 방법 탐색

6단계 : 추가 개선안 탐색

(5) Smart Small person

이것은 아이디어를 생성하는 경우에 이용한다. 의인화 기법의 일종으로 문제의 상황을 수많은 난쟁이에 의해 이뤄진다고 상상을 함으로써 해결책을 찾고자 하는 것이다. 과학/기술용어와 같이 특정용어를 사용하여 문제를 정의하는 경우 심리적 타성으로 인해 문제를 객관적으로 보기 어려운 경우에 매우 효과적인 기법이다.

(6) 기술진화법칙(Technology Evolution)

기술진화란 ‘기술이 우연이나 운이 아니라 정해진 방향과 법칙을 가지고 진화한다’는 이론이다. 알트슐러는 수많은 특허를 분석하는 과정에서 기술시스템도 자연이나 사회 시스템과 마찬가지로 변증법적으로 진화한다는 것을 밝혀냈다. 이는 12개의 법칙으로 정리하여 기술진화의 미래를 예측하는데 활용되어지고 있다. 이 법칙은 후에 DE (Directed Evolution)기법에서 좀 더 다양하게 확대되었다.

<표 2.1> 기술진화의 법칙

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 이상성 증가의 법칙 2. 시스템 경로 완전성의 법칙 3. 시스템 에너지 전도성의 법칙 4. 리듬조화성의 법칙 5. 부품의 불규칙성에 의한 발전의 법칙 6. Super system 이행의 법칙 7. Macro에서 Micro로의 이행법칙 8. “물질-장” 포함 증가의 법칙 9. 기술시스템 진화의 스테이지 10. 다이내미즘과 제어성이 높아지는 방향 11. 복잡화에서 단순화를 진화 12. 인간 개재 감소방향으로의 진화 |
|---|

(7) STC operator

STC(Size-Time-Cost) 오퍼레이터란 문제의 상황에서 시간, 비용, 크기의 파라미터를 변환하여 문제해결방법을 찾는 것이다. 해법을 찾을 때 여러 가지 심리적 장벽으로 인해 사고의 방향이 제약을 받는 경우가 많다. 이 장벽을 없애기 위해서 만약 비용이 현재가 아니라 ‘0’이라면 어떤 해법이 있을 수 있을까? 반대로 비용이 무한대(∞)라면 어떤 해법이 있을 수 있을까 하는 식으로 문제를 변환하여 생각하는 도구이다. 크기와 시간도 같은 방법을 활용한다.

2.3.2 Contemporary TRIZ 기법

이 기법들은 알트슐러의 제자들에 의해서 개발된 것으로 1990년대 초반에 트리즈가 서방세계에 보급될 때 VE, Database 등의 서방 세계의 기법과 적절히 혼합되어 서방 기술자들에게 용이하게 사용되어지도록 만들어졌다[7].

(1) System Operator

이것은 모든 종류의 문제해결에 사용되며 Ideation International에서 개발되었다. 2백만 건이 넘는 전 세계 특허를 분석하여 모아 놓은 'I-TRIZ' 지식베이스로 440개의 Operator를 포함하고 있다.

문제는 많은 경우 지식 부족으로 인해 발생하는 행위부재형 문제와 정해진 문제가 반복되는 정석 문제이다. 문제의 유형을 행위 용어인 Operator로 구분하여 문제별로 일반적인 해법을 정리한 것이 System of Operators란 기법이다.

(2) AFD(Anticipatory Failure Determination)

이것은 Ideation Interantional에서 개발된 신뢰성 예측 기법이다. 실패란 정보가 부족한 지역에서 일반적으로 생긴다는 가설에 기초해 개발된 것이다. 기존의 기법이 실패를 막는데 주력한다면 AFD는 일부러 실패를 야기시키는데 주력한다. AFD는 실패의 근본원인과 원하지 않는 시스템의 현상과 확인하는 실패 분석과 연관되는 모든 유해 요소를 사전에 예측하는 실패 예측으로 구성된다.

(3) Trimming

이것은 VE(Value Engineering)의 기법을 응용한 것으로 Invention Machine 사에서 개발되었다. 해당기술을 요소로 분해하고 각각의 요소가 가진 기능의 중복성을 검사하여 기능을 삭제 하는 것을 목적으로 한다.

(4) Directed Evolution

이것은 Ideation International에서 Classical TRIZ의 기술진화법칙을 확장한 것이다.

(5) OTSM TRIZ

이것은 니콜라이 하멩코(Nikolai Khomenko)가 창의성 기법과 TRIZ를 결합해 만든 것이다.

(6) TOP Analysis

이것은 지노비 로이젠(Zinovy Royzen)이 물질-장 분석을 변형해 만든 것이다. 유익 기능과 유해 기능을 동시에 하나의 모델로 표현한다.

(7) 9 Windows

이것은 시스템 사고를 위한 기법으로 문제를 시간과 공간 축으로 나열해 문제를 보는 관점을 확대하는 기법이다.

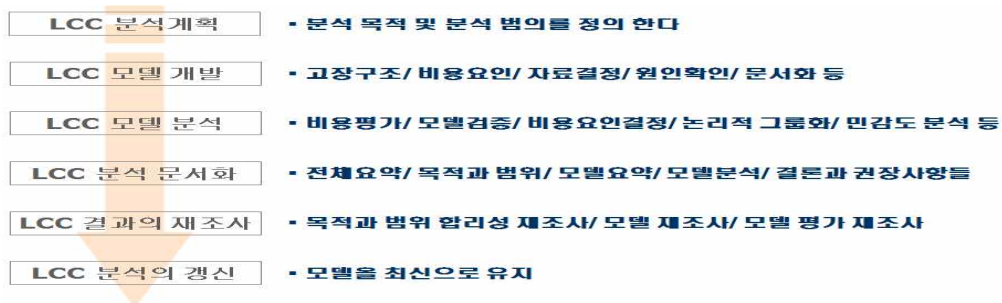
(8) Root cause analysis

이것은 가장 최근에 개발된 기법으로 문제의 원인을 나열하고 이들 간의 불리안(Boolean) 관계를 기술하여 핵심 문제를 파악하는 기법이다.

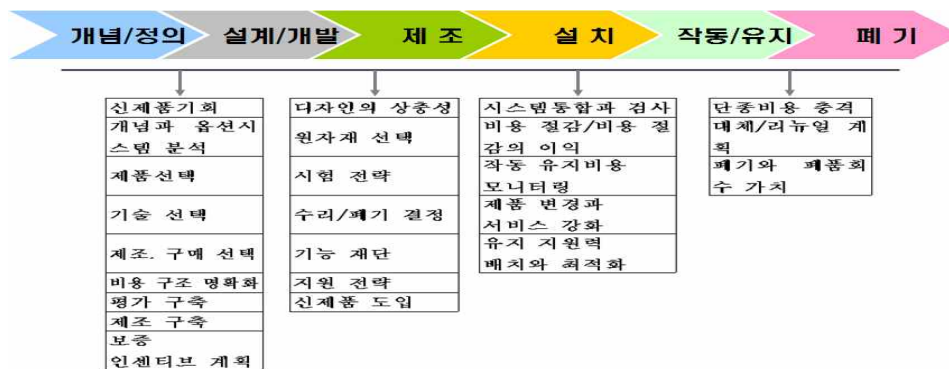
3. 연구방법

3.1 신뢰성경영시스템(IEC60300-3-3)의 수명주기비용 프로세스

신뢰성경영시스템에서 수명주기 비용은 제품이 특정한 기능을 수행하고, 안전하고, 신뢰성 있게 다른 요구사항을 만족하는 동안에 발생하는 수명주기비용의 최적화를 위한 것이다. 수명주기비용(LCC) 분석은 제품의 수명주기 동안의 소유권과 획득권에 관한 처리 비용의 확인 및 평가 과정이다. 유용하고 정확하게 고용된 결과를 생산하기 위하여, 수명주기비용분석을 구조적이고 문서화가 잘 된 방법으로 다음 단계를 실행한다.



[그림 3-1] 수명주기 비용 단계



[그림 3-2] 신뢰성경영시스템의 제품개발 수명주기

수명주기 비용의 기본적인 개념은 수명주기와 각 단계별로의 기능 활동을 이해하여야 한다.

3.2 기존 경영기법과 트리즈의 통합 원리

기업의 경영시스템은 트리즈를 배우고 인재를 양성하여, 기업의 모든 경영기법과 트리즈를 통합하여 창의적 제품 및 프로세스를 구축하고자 한다. 트리즈는 신제품 프록

트, 공정 개선 프로젝트, 프로세스 리엔지니어링 프로젝트에 강한 영향을 주고 있다[6].

다음은 기업의 제품개발단계에서 효율적으로 사용되어지고 있는 경영기법과 트리즈를 통합한 원리를 설명하고 있다.

(1) 트리즈/QFD

품질기능전개(QFD)는 고객의 소리와 조직의 기술 능력을 확인하고 우선순위를 매긴 다음, 서비스 및 제품 생산과 설계에 대한 새로운 개념의 우선순위를 매기는 것을 지원한다. 트리즈는 새로운 개념을 생성하고 모순을 해결하는 것을 지원한다.

(2) 트리즈/강건 설계(Robust Design)/다구찌 방법(Taguchi)

강건설계는 모든 형태의 낭비와 비용을 최소화하기 위한 정확한 파라미터를 찾아준다. 트리즈는 이런 파라미터를 얻는 과정을 만드는 방법을 찾아준다.

(3) 트리즈/DFM-A

제조 용이성 설계 및 조립 설계는 제조 및 조립 비용을 낮추고 수율을 높이며 사이클 타임을 단축시키는 설계의 특성을 확인하고 우선순위를 매긴다. 트리즈는 이런 특성을 실행할 때 직면하는 기술적 문제를 해결한다.

이와 유사하게, 많은 조직은 ‘사용성 설계’를 위한 내부 지침을 개발해 왔으며, 이것을 사용성 설계를 얻는 측면에서 트리즈 창의성이 강화시켜준다.

<표 3-1> 기존경영기법과 트리즈의 비교

요구사항/기법	QFD	TRIZ	Taguchi	Robust Design	DFM-A	CE
고객만족	●	○	●	●	●	●
고품질 제품	●	●	●	●	●	●
높은 수익성	●	●	◐	◐	●	●
큰시장 점유율	●	●	○	○	●	●
혁신제품	◐	●	○	○	●	●
미래 실패 예측		●				
지적 자산 보호		●				
다음 세대 발명		●				

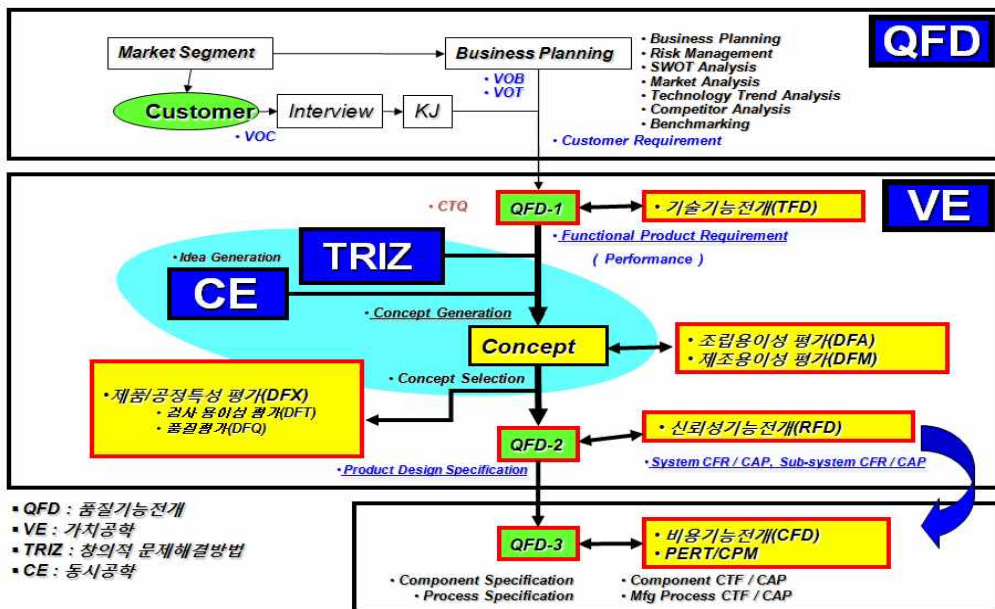
* 범례 - ● : 많음, ◐ : 중간, ○ : 적음

(4) 트리즈/동시공학(또는 통합된 제품 및 공정 엔지니어링, 또는 제품개발 팀, 또는 공급자/개발자/고객 팀)

이런 프로젝트 관리 팀은 기술 예측에서부터 개념 설계, 제품 설계에 이르기까지, 그리고 실행 문제해결에서부터 서비스, 수송, 수리 개선에 이르기까지 많은 수준에서 트리즈를 사용한다.

3.3 제품 및 프로세스 통합 모델

제품개발에 있어서, 제품생명주기에 걸친 전반적인 활동을 통합하는 개념이 발전하여 프로세스를 포함하는 제품 및 프로세스 개발(IPP)로 용어가 수정되었다. 미 국방부에서는 제품/프로세스 통합개발을 ‘설계, 생산, 비즈니스 및 지원가능 프로세스를 최적화하기 위해, 생산, 배치 및 운용적 지원에 걸쳐 요구사항 정의와 함께 시작되는 모든 획득 활동을 통합한 관리 기술’로 정의 하고 있다[4].



[그림 3-3] 제품 및 프로세스 통합 모델

신뢰성경영시스템에서 불확실성 특성을 갖고 발생하는 문제점들에 대해 품질기능전개(QFD; Quality Function Deployment), 가치공학(VE; Value Engineering)과 동시공학(CE; Concurrent Engineering)을 기반으로 창의적 문제해결 방법론인 트리즈를 활용하여 제품 및 프로세스 통합 모델을 제시하고자 한다.

이는 국내 기업 S사에서 사용되어지고 있는 DFSS(Design for Six Sigma)과정 개발 도구를 기반으로, 창의적 신뢰성경영시스템에 대한 효율적인 접근방법론으로 개선된 통합 모델을 나타내고 있다[1][3].

4. 결론

신뢰성경영시스템을 기반으로 제조공정 및 관련 지원활동을 포함한 모든 프로세스와 설계활동을 창의적으로 통합하는 체계적인 접근법을 사용하였다. 이는 제품수명 주

기상의 다양한 활동간의 커뮤니케이션과 상호작용을 지원하는 창의적 접근법이자 제품 및 프로세스를 조직화 하는 방법론이다. 또한 수명주기 스펙트럼의 여러 요소들을 통합하여 개발 기간을 단축시키고 비용을 줄이며 신뢰성을 향상시키기 위한 제품개발 활동의 개선책이라고 본다.

따라서, 제품설계, 개발, 마케팅, 제조판매에 있어서 기업의 모든 지식, 자원, 경험 등을 초기단계부터 가능한 통합한다. 또한 고품질, 저원가, 고객의 기대를 만족하는 신제품을 생산하는 창조적 신뢰성경영시스템을 정립하여 제품 및 프로세스 통합개발 모델을 제시한다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 김종걸, 이석준, 김형만, “제품개발 공정신뢰성 확보를 위한 TRIZ 기반 창조적 문제해결 방법 연구”, 대한안전경영과학회 춘계학술대회, pp.633-639, 2008.
- [2] 신민수, 김태형, “창의적 아이디어 도출을 위한 40가지 실행매뉴얼”, 한국능률협회컨설팅, 2008.
- [3] 유승현, “창의적 문제해결을 위한 트리즈의 개념과 미래; 혁신과 창의성”, CAD & Graphics, pp.172-175, 2005.
- [4] INCOSE, Systems Engineering Handbook(Ver. 2.0), International Council on Systems Engineering, pp.56-84, 310-311, 2000.
- [5] Joe Kasser, Applying Total Quality Management to Systems Engineering, ARTECH HOUSE, INC, pp.101-102, 1995.
- [6] “창의적문제해결이론”, KSA 한국표준협회
- [7] “트리즈 표준교재”, <http://cafe.naver.com/insalove/8762>

저 자 소 개

김 종 걸

서울대학교 계산통계학에서 석사, 한국과학기술원 산업공학과에서 박사학위를 취득하였으며, 현재 한국품질보증/PL 연구회 회장으로 활동하고 있으며, 성균관대학교 시스템경영공학과 교수로 재직 중이다.

주소 : 경기도 수원시 장안구 천천동 300번지 성균관대학교 시스템경영공학과 27416호실

김 형 만

상지대학교 산업공학과 학사, 성균관대학교 산업공학과 석사학위를 취득하였으며, 성균관대학교 산업공학과 박사수료, 현재 상지대학교 시스템경영공학과, 남서울대학교 산업경영공학과, 동아방송예술대학 연세산업경영과 외래교수로 출강 중이다.

주소 : 경기도 수원시 장안구 천천동 300번지 성균관대학교 시스템경영공학과 26418B호실