

# 연구개발에서 품질의 적용가능성 및 관련 방법론

김덕환<sup>1\*</sup> · 윤재욱<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터 / <sup>2</sup>한국외국어대학교 산업경영공학과

## R&D and Quality : Compatibility and Methodologies

Deok-Hwan Kim<sup>1</sup> · Jae-Wook Yoon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>R&D Platform Center, Korea Institute of Energy Research

<sup>2</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

This study aims to investigate the compatibility between 'quality' and 'R&D' and to ascertain what methodology can be applied. To consider the compatibility, this study discussed whether quality management can expand into R&D area in future and whether the quality management principles in ISO9000 can work well in R&D environment. Our conclusion is that the application of the quality management in R&D is valid and can serve as a new paradigm for improving R&D performance. In addition, this study divided the quality concept in R&D into several types from the viewpoints of quality definition and suggested quality methodologies for each type.

**Keywords:** R&D, Quality Management, Compatibility, Methodology

### 1. 서론

연구는 새로운 사실, 기술, 자연법칙의 발견 또는 활용하는 목적의 과학적 탐구활동으로 정의할 수 있으며, 산업 영역에서의 개발은 새로운 프로젝트 또는 새로운 제조 프로세스의 규격을 완성하기 위한 활동으로 정의할 수 있다(Eurachem, 1998). OECD에서는 보다 포괄적으로 연구개발을 '새로운 지식을 창출하거나, 기존의 지식을 새롭게 응용하기 위해 이루어지는 체계적이고 창조적인 모든 활동'으로 정의한다(OECD, 2015).

연구개발은 국가성장 및 기업의 생존을 위한 경쟁력 확보의 핵심 수단으로 여겨지고 있으며, 이러한 이유 때문에 정부 및 기업에서는 R&D에 대한 투자를 지속적으로 확대하고 있다. 우리나라의 경우 국가연구개발 예산이 2006년 8.9조 원에서 2015년 18.9조 원으로 10년간 약 2배 넘게 확대되었다(National Index System, 2016). 이러한 연구개발에 대한 양적 투자 확대에 따라 연구개발의 양적 성과인 SCI 논문, 특허 출원 건수도 지속적으로 증가하였다. 실제로 2006년부터 2014년까지의 국가연구개발 예산과 우리나라 SCI 논문수의 상관관계를 살펴

보면 <Figure 1>(a)와 같이 매우 높은 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다(Kim and Han, 2016). SCI 논문수가 연구개발 예산의 투자를 통한 결과로 나타남을 고려할 때 <Figure 1>(a)는 연구개발에 대한 양적 투자 확대가 연구개발의 양적 성과 확대에 기여하는 것을 의미한다. 하지만 일반적으로 연구개발에 대한 양적 투자는 질적인 성과를 보장하지 못하는 것으로 알려져 있다. 전 세계 1,000개 기업을 대상으로 한 조사에 따르면 기업의 연구개발 투자와 이에 따라 나타나는 질적 성과인 매출액 간에는 <Figure 1>(b)와 같이 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다(PWC, 2015).

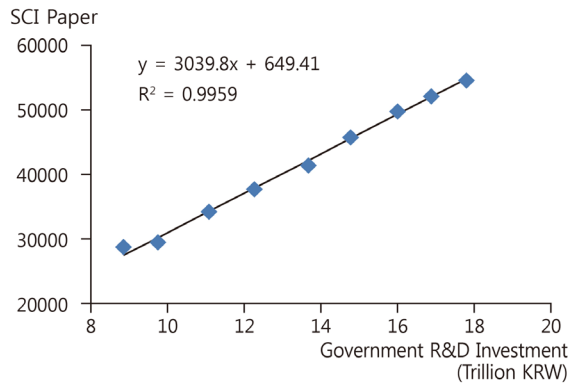
이러한 양적 투자와 질적 성과의 괴리를 극복하기 위하여 연구개발에 대한 패러다임 전환에 대한 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. 정부 차원에서는 제3차 국가연구개발 성과평가 기본계획을 통해 국가연구개발의 질적 성과 제고를 위한 질적 지표 적용 확대를 추진하고 있다(NSTC, 2015). 또한 민간 분야에서는 21세기 초반부터 혁신적 가치창조를 위한 새로운 연구개발 경영의 패러다임이 제기되었다(Miller and Morris, 1999). Miller and Morris(1999)에서는 연구개발 프로젝트 자체

본 연구는 한국에너지기술연구원의 주요사업으로 수행한 결과입니다(B7-2453).

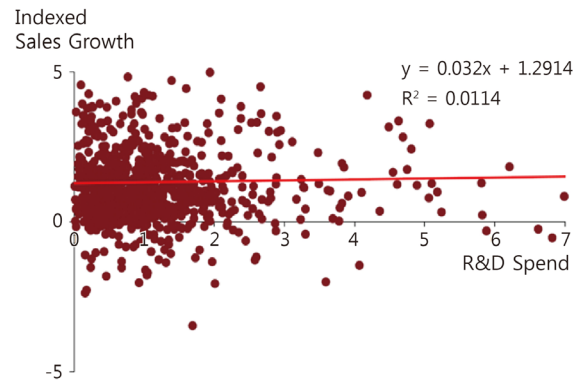
\* 연락저자 : 김덕환 선임연구원, 34129 대전광역시 유성구 가정로 152 한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터, Tel : 042-860-3006,

Fax : 042-860-3587, E-mail : thekan@kier.re.kr

2017년 1월 10일 접수; 2017년 2월 22일 수정본 접수; 2017년 3월 10일 게재 확정.



(a) Government R&amp;D investment and SCI paper in Korea



(b) R&amp;D Spend and Indexed Sales Growth of Global Innovation Companies

Figure 1. Relationship between R&amp;D Investment and R&amp;D Performance

의 성공 여부에만 집중하는 기존 연구개발 관리 방법의 한계를 지적하고 4세대 연구개발 경영이라는 새로운 연구개발 경영 철학을 제시하였다. 4세대 연구개발 경영은 고객가치 창출 등 연구개발 성과의 질적 수준 향상을 위해 조직의 프로세스 역량 강화, 지식 경영을 통한 고객의 암묵적 요구 충족이 중요하다고 주장하였다. 여기서 프로세스 역량은 조직차원의 프로세스가 목표 달성을 위해 유기적으로 잘 구성되고 충분히 성숙되어 운영되는지를 의미한다.

연구개발에 대한 패러다임 전환의 일환으로 연구개발에 품질의 개념을 적용하고자 하는 시도가 생겨나기 시작하였다(Kim *et al.*, 2013). 연구개발 품질경영은 연구개발 영역에 품질경영의 철학을 적용하는 것을 의미한다. 하지만 품질경영이라는 것을 협의의 관점에서 산포를 줄이는 품질관리의 개념으로 받아들여지게 되면, 창의적이고 혁신적인 사고를 필요로 하는 연구개발 과정에 적용하는 것에 한계가 있는 것으로 여겨질 수 있다. 아울러 기존의 품질경영이 동일한 행위가 반복적으로 수행되는 운영(Operation)의 특성(PMI, 2013)을 가진 제조업과 서비스업을 중심으로 확장되어 왔다. 하지만 연구개발은 고유의 목표 달성을 위해 한시적으로 이루어지는 프로젝트(Project)의 특성(PMI, 2013)을 가지기 때문에 품질경영 개념이 쉽게 접목되지 않는다고 생각할 수 있다.

본 연구에서는 최근 제기되고 있는 연구개발에서의 품질경영 적용 가능성을 살펴보기 위해 먼저 품질경영의 발전과정에 대해 살펴보고, 일반적으로 논의되고 있는 품질경영 원칙이 연구개발 환경에서 어떻게 작동될 수 있는지를 살펴보고자 한다. 그리고 연구개발에서의 품질을 품질의 정의 관점에서 몇 가지 유형으로 분류하고 각 유형에서 적용 가능한 연구개발 품질 방법론을 살펴보고자 한다.

## 2. 품질경영의 발전과 연구개발에서의 품질경영

품질경영은 품질을 다루기 위해 조직을 지휘하고 관리하는 조

정활동으로 정의할 수 있으며 여기서 품질은 대상이 가지는 고유한 특성의 집합이 요구사항을 충족시키는 정도로 정의된다. 이러한 품질경영에는 품질방침과 품질목표의 수립, 품질기획, 품질보증, 품질관리 및 품질개선을 통해서 품질목표를 달성하기 위한 프로세스의 수립이 포함된다(ISO, 2015). 다시 말해 품질경영은 조직의 품질목표 수립 및 달성에 필요한 모든 행위가 효과적이고 효율적으로 수행될 수 있도록 하는 활동이라 할 수 있다.

품질경영은 1920년대 대량생산의 보급과 더불어 효율적인 제품 검사를 위한 통계적 품질관리(SQC : Statistical Quality Control)의 개념에서부터 시작되었다. 이후 1950~1970년대에는 품질이 품질담당부서만의 일이 아니라 전사적인 차원의 관리 대상임을 인지하고 종합적 품질관리(TQC : Total Quality Control) 활동이 이루어졌다. 1980년대에 들어오면서 제품 및 서비스에 대한 품질관리 개념이 조직의 경영 관점으로 확장되어 조직의 전략 및 경쟁력과 연계되는 종합적 품질경영(TQM : Total Quality Management)으로 확대되었다(Yum *et al.*, 2014). 이러한 품질경영 개념의 진화는 대상 범위 및 수행 계층이 확대되는 방향으로 발전되었음을 의미한다. 품질경영의 대상 범위는 최초 제품 검사에서 제품과 프로세스에 대한 관리, 그리고 이를 포괄하는 조직으로 확대되었으며, 품질경영의 수행 계층은 품질검사자 개인에서 담당부서, 그리고 조직 전체로 확대되었다.

이와 유사하게 품질경영 방법론은 제품 및 서비스의 수명주기를 거슬러 올라오는 방향으로 발전되어 왔다. 품질경영 초기에는 생산된 제품을 효율적으로 검사하는 샘플링 방법과 제품 생산 과정을 통계적으로 관리하는 관리도 방법이 개발되어 활용되었다(Park, 1994). 이후에는 품질분임조 활동, 무결점 운동(Zero Defect) 등과 같이 전사적인 품질운동이 이루어졌으며, 1980년대 후반부터는 프로세스 개선을 위한 식스시그마 방법론이 활발하게 전개되었다. 그리고 1980년대 이후에는 개발단계에서부터 고객의 요구를 반영하는 품질기능전개(QFD : Quality Function Deployment), 식스시그마 관점의 연구개발

방법론인 DFSS(Design for Six Sigma) 활동, 다구치 강건설계 방법 등이 제품 및 서비스 개발을 위한 방법론으로 활용되었다(Yum *et al.*, 2014).

최근의 연구개발 과정에 품질경영 개념을 적용하고자 하는 시도 또한 품질경영 개념의 진화 및 관련 방법론의 발전 흐름에서 살펴볼 수 있다. 품질경영의 대상 범위와 수행 계층이 확대되어 온 방향에서 살펴보면 조직의 연구개발 활동도 제품의 생산 활동과 마찬가지로 품질경영의 대상 범위에 포함되는 방향으로 확대되는 것이 가능하다. 아울러 연구개발 수행부서 혹은 담당자 또한 전사적 품질경영 활동의 참여자가 될 수 있다. 그리고 품질경영 방법론의 발전 흐름에서 살펴보면 품질 및 안전문제의 60~80%가 결정된다고 알려져 있는 개발 단계에 대한 품질경영 접근은 그 효과성 측면에서 당연한 활동이 될 수 있다(Kim and Jung, 2004). 즉, 연구개발 과정에서부터 품질을 고려하여 접근하는 것이 후에 이루어지는 품질 관리 및 개선 보다 품질 향상 측면에서 큰 효과를 낼 수 있다. 이상에서 살펴본 바와 같이 품질경영의 측면에서 연구개발은 지금까지 다루지 않은 영역일 뿐이지 적용이 불가능한 영역은 아닌 것으로 판단된다.

### 3. 연구개발에서의 품질경영 원칙

연구개발에 품질경영의 개념이 적용될 수 있음을 확인하기 위해서는 품질경영에서 말하는 기본 원칙이 연구개발 과정에서도 중요하게 작용됨을 살펴보아야 한다. 이를 위해 연구개발 환경에서 ISO9000의 품질경영 원칙이 어떠한 의미를 가지는지를 살펴보고자 한다.

ISO9000 품질경영시스템에 관한 국제표준은 다양한 산업영역으로 확장되어 활용되고 있는 경영시스템의 포괄적인 기준을 제시하고 있다(ISO, 2015). ISO9000에서는 보편적으로 적용 가능한 품질경영 원칙을 제시하고 있는데, 이를 정리하면 <Table 1>과 같다. <Table 1>에 나타난 것과 같이 ISO9000 표

준에서는 고개중시, 리더십, 참여, 프로세스 접근, 개선, 증거 기반 의사결정, 관계경영의 7가지 품질경영 원칙을 제시하였다.

먼저 고객 중시의 경우 실용화 가치 및 기술이전 가능성을 높이기 위해 연구개발에서도 최근 강조되고 있다. 특히 국가 연구개발 사업에서는 연구개발 기획 단계에서 기술수요조사를 실시하여 연구개발 과제를 발굴하도록 하고 있다(MSIP, 2016). 또한 Prajogo and Sohal(2006)의 연구에 따르면 고객중시 등의 TQM 철학은 연구개발 과정에서도 동일하게 적용될 수 있고, 이를 통해 혁신적인 연구성과를 기대할 수 있다고 하였다.

두 번째, 리더십과 관련해서 연구개발 분야에서 리더는 크게 보면 연구개발 조직의 최고경영자가 될 수 있으며, 작게는 과제를 이끌고 진행하는 연구책임자가 될 수 있다. 품질경영에서 리더십이 목적과 방향을 정하고 목표달성을 위해 여건을 조성한다는 측면이라면 연구개발에서 리더십은 연구개발의 목표를 수립하고 이를 달성하기 위해 환경을 조성하는 것으로 이해할 수 있다. 실제로 연구개발에서 최고경영자 및 연구책임자의 역할은 연구개발 성과 향상에 가장 중요한 요인 중 하나이며, 최고경영자 및 연구책임자의 역량 발휘가 연구성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park and Kim, 2012; Yun *et al.*, 2015).

세 번째, 인원의 참여와 관련해서 품질경영에서는 권한과 역량을 가진 인원의 참여가 중요하다고 언급하고 있으며, 이는 연구개발에 참여하는 연구참여자의 역할이 중요하다는 것으로 해석할 수 있다. 최근의 연구개발은 그 복잡성이 높아짐에 따라 단독으로 연구하기 보다는 다양한 배경을 가진 연구자들이 참여하는 공동연구의 형태를 가지게 된다. 이러한 경향의 변화는 연구참여자들의 역량이 중요하며 그들의 적극적인 참여가 연구성과에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 연구 품질에 영향을 미치는 요소를 정의한 기존의 지침에서도 이러한 연구 참여 인력의 적격 역량과 참여는 중요하다고 언급하고 있다(Kim *et al.*, 2013).

Table 1. Quality Management Principles in ISO9000 : 2015

No.	Principle	Statement
1	Customer Focus	The primary focus of quality management is to meet customer requirements and to strive to exceed customer expectations.
2	Leadership	Leaders at all levels establish unity of purpose and direction and create conditions in which people are engaged in achieving the organization's quality objectives
3	Engagement of people	Competent, empowered and engaged people at all levels throughout the organization are essential to enhance its capability to create and deliver value
4	Process approach	Consistent and predictable results are achieved more effectively and efficiently when activities are understood and managed as interrelated processes that function as a coherent system
5	Improvement	Successful organizations have an ongoing focus on improvement
6	Evidence-based decision making	Decisions based on the analysis and evaluation of data and information are more likely to produce desired results
7	Relationship management	For sustained success, an organization manages its relationships with interested parties, such as suppliers.

네 번째, 품질경영에서 프로세스적 접근은 시스템으로 작용하는 상호 관련된 프로세스로 조직의 활동을 이해하는 것이 중요하다고 언급하고 있으며, 이는 연구개발 과정에서도 유사하게 적용이 가능하다. Cooper(1994)는 조직의 체계적인 프로세스가 사이클 타임을 줄이고, 연구개발의 성공 가능성을 높인다고 언급하였다. 또한 Francis(1992)와 Miller(1995), Drongelen and Cook(1997) 또한 연구개발 과정에서 프로세스 접근법을 통해 연구개발 성과 향상에 기여할 수 있다고 하였다.

다섯 번째, 품질경영의 개선 원칙은 연구개발에서 지속적인 성과 향상을 위한 연구개발 과정의 지속적 개선으로 해석할 수 있다. 앞서 언급한 프로세스적 접근 관점에서 보면, 연구개발 프로세스와 연구개발 성과에는 긴밀한 관계가 있으며, 연구개발 성과 향상을 위해 연구개발 프로세스의 개선이 필요한 것을 알 수 있다. 즉, 연구개발 성과향상을 위해 연구개발의 체계적 수행을 위한 프로세스 관점의 지속적 개선이 필요하다(Lee *et al.*, 2017). DOE(2011)에서는 연구개발 과정에서 고려해야 하는 품질요소 중 하나로 품질 개선을 언급하고 있으며, 우리나라에서도 국가연구개발 사업의 지속적 성과향상을 위하여 국가연구개발 사업 등의 성과평가에 관한 법률을 제정하여 지속적인 성과 개선을 위한 활동을 요구하고 있다(NSTC, 2015).

여섯 번째, 증거기반 의사결정은 연구개발 과정에서 데이터에 근거한 의사결정 및 연구개발 수행이라고 해석할 수 있다. 다시 말해 데이터에 근거한 연구개발이라는 것은 주먹구구식의 연구개발 진행이 아닌 계획적이고 과학적인 연구개발이 중요함을 의미한다. 대표적으로 통계적 실험계획을 통한 연구개발이 데이터에 근거한 연구개발의 예가 될 수 있다. 실험계획법 및 통계분석의 활용은 ASQ(2000)에서는 연구개발 품질에 영향을 미치는 중요한 요소로 언급하고 있으며 Eurachem(1998)에서도 연구개발 품질에 영향을 미치는 활동으로 언급하고 있다.

마지막으로 관계 경영은 품질경영에서 공급자와 같은 이해관계자의 관계 관리가 중요함을 의미한다. 이러한 관계 경영은 연구개발 범위에서 협력 및 용역연구를 수행하는 이해관계자, 연구개발에 필요한 원자재 및 부품을 제공하는 공급자 등 그 범위가 다양할 수 있다. 이는 융합 및 협업 연구가 중요해질수록 협력 및 공동연구기관 기관들의 연구개발 품질도 중요해짐을 의미한다(Robert, 1996; Cho and Lee, 2013; Hong, 2014).

이상에서 살펴본 바와 같이 연구개발에서도 품질경영의 원칙은 잘 적용될 수 있다. 실제로 이미 ‘고객에게 품질에 대한 신뢰감을 심어주는 활동’이라는 품질보증 정의를 차용하여 ‘고객에게 연구개발 성과에 대한 신뢰감을 심어준다’는 의미로 연구개발 품질보증이라는 활동이 추진되고 있다. 미국의 경우 1990년대부터 연방정부의 지원을 받는 공공기술 R&D 활동에 대해 R&D 수행과정의 품질보증을 요구하고 있으며, 이후에는 융합 및 협업연구가 강조됨에 따라 공공연구소 뿐만 아니라 그와 협력하는 기관 및 기업들의 품질보증 체계가 수

립되어 운영되기 시작하였다(Roberts, 1996). 국내에서도 정부 출연(연)을 바탕으로 연구개발 품질보증 개념이 언급되고 있으며(Kim *et al.*, 2013), 민간 기업에서도 선행품질부서와 같은 개발단계 품질담당 부서가 운영되고 있다. 이와 같이 연구개발은 품질경영의 새로운 대상범위가 되며 품질경영은 연구개발의 성과 향상을 위한 새로운 패러다임으로 활용이 가능하다. 특히, 최근의 실용화 가치, 공동 및 협업 연구 활성화 등을 중요시하는 연구개발 환경에서 품질경영은 그 목표를 달성하는데 촉매제 역할을 수행할 수 있다.

#### 4. 연구개발에서의 품질경영 방법론

앞서 살펴본 바와 같이 연구개발에서도 품질경영의 개념은 잘 적용될 수 있다. 연구개발에 품질경영이 실제적으로 적용되기 위해서는 연구개발 환경에서 활용 가능한 품질경영 방법론에 대한 고찰이 필요하다. 이를 위해서는 연구개발에서의 품질 개념을 먼저 정립하여야 한다. 품질은 다양한 분야에서 그 목적에 따라 서로 다르게 표현되지만 일반적으로 품질경영 측면에서 품질은 대상이 가지는 고유한 특성의 집합이 요구사항을 충족시키는 정도로 정의된다(ISO, 2015). 이러한 포괄적 정의는 대상과 요구사항의 해석에 따라 다양하게 해석될 수 있다. 예를 들어, 대상을 제품으로, 요구사항을 제품의 용도 개념으로 설정하면 품질이라는 것은 용도의 적합성(Juran, 1980)으로 표현되며, 제품이라는 대상의 규격 요구사항에 대한 품질은 규격과의 일치성(Seghezzi, 1981)으로 표현될 수 있다. 만약 대상을 제품 또는 서비스로 확대하고 요구사항을 고객 관점으로 설정하면 품질은 제품이나 서비스의 사용에서 고객의 기대에 부응하는 마케팅, 기술 제조 및 보전에 관한 여러 가지 특성의 전체적인 구성으로 표현될 수 있다(Feigenbaum, 1983).

이러한 개념과 유사하게 연구개발에서의 품질을 나타내기 위해서는 ISO의 정의에서 말하는 대상에 연구개발이라는 개념을 대입해 볼 수 있다. 하지만 앞서 언급한 제품과 서비스의 경우 고객에게 전달되거나 고객이 참여하여 고객에게 효용가치를 제공한다는 매개체적인 성격을 가지고 있는 개념인데 반해 연구개발이라는 것은 제품 또는 서비스와는 달리 프로세스적인 개념을 가진다. 제품은 고객에게 전달되어 사용되어짐으로써 효용가치를 직접적으로 발휘하게 되며 서비스는 고객이 서비스에 참여하는 과정을 통해 효용가치를 전달받게 된다(Kelly, 1990). 반면 연구개발이라는 개념은 그 자체가 고객에게 직접적으로 전달되기는 어려우며, 고객이 연구개발 과정에서 직접 참여하여 효용가치를 얻는 것도 한계가 있다. 따라서 연구개발을 품질 정의에서의 대상으로 설정하는 것에는 무리가 있으며 연구개발을 통해 산출되어 고객에게 효용가치를 창출할 수 있을 대상으로 설정하는 것이 타당하다. 서론에서 정의한 바와 같이 연구개발은 포괄적으로 지식을 창출하고 응용하는 활동으로 정의할 수 있으며(OECD, 2015), 지식 탐구를

위한 연구와 규격 완성을 위한 개발을 구분하여 정의하는 것도 가능하다(Eurachem, 1998). 이러한 점에서 연구개발에서 고객의 효용가치를 창출하는 대상은 지식에서부터 규격에 이르기까지 다양한 형태를 가지게 된다.

아울러 연구개발에서의 품질 개념을 정립하기 위한 요구사항이라는 개념 또한 다양한 형태로 정의될 수 있다. 일반적으로 요구사항은 해당 시스템의 이해관계자 또는 수요자들의 요구로 해석할 수 있으나, 연구개발에서는 이해관계자 또는 수요자가 명확한 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 생각해볼 수 있다. 시장의 제품 출시를 목적으로 하는 연구개발에서는 대상 고객을 분류하는 것이 상대적으로 용이한 반면, 기초 원천기술을 다루는 연구개발에서는 잠재적 대상고객이 불분명하다. 대상 고객 분류가 가능하다면 고객의 목소리를 수집하여 요구사항으로 반영하는 것이 가능하지만, 고객 분류가 불명확한 경우 연구자의 자체적인 조사 분석을 통해 수립한 연구개발 과제의 기술적 목표 또는 시장 목표가 요구사항이 될 수 있다. 이러한 측면에서 연구개발에서의 품질 개념은 효용가치를 내는 대상과 요구사항의 성격에 따라 <Figure 2>와 같이 다양한 스펙트럼을 가지게 된다.

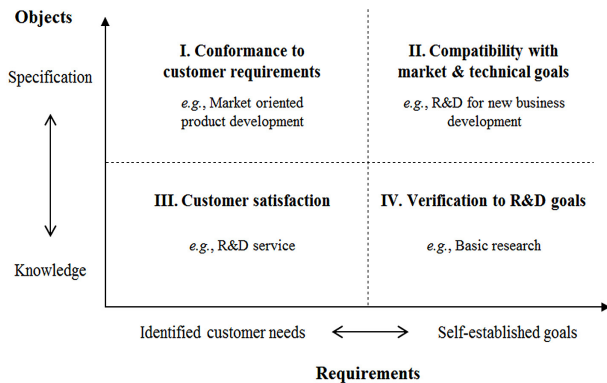


Figure 2. Concepts of R&D Quality According to Objects and Requirement

<Figure 2>의 I영역에 나타난 것과 같이 고객요구사항이 분명하고 규격을 완성하는 시장 지향적인 연구개발에서는 고객의 요구를 충족하는 정도가 품질의 개념이 된다. 이러한 의미는 기존의 제조업에서 활용되는 품질 개념과 유사하다고 할 수 있다(Crosby, 1979). 이는 명시적인 고객 요구를 바탕으로 제품을 개발 및 생산하여 시장에 출시한다는 측면에서 기존의 제조업의 유사성을 가지기 때문이다. I영역의 연구개발은 이미 시장에서 통용되는 제품을 개선하는 활동에서 흔히 적용될 수 있다.

II영역의 경우 상대적으로 고객 요구를 명확하게 정의하는 것이 어려워 자체적으로 수립된 기술목표 또는 시장목표를 바탕으로 규격을 완성하는 연구개발을 의미하며, 대표적으로 미래시장을 대상으로 제품을 개발하여 새로운 시장을 창출하는 혁신적 연구개발이 여기에 해당한다. 이러한 연구개발에서는

완성된 규격이 기술적 목표 및 시장 목표를 달성하는 것이 중요하며 이 경우 기술적 목표 및 시장 목표와의 적합성이 품질의 개념이 될 수 있다. II영역의 연구개발은 최근 각광 받고 있는 혁신 및 신시장 창출을 위한 연구개발이 해당될 수 있다.

III영역의 경우, 고객의 요구사항은 상대적으로 분명하지만 지식을 창출하는 연구개발에서의 품질 개념은 고객의 만족도로 표현될 수 있다. 고객의 요구사항은 분명하지만 지식을 창출하는 연구개발은 용역 연구와 같이 고객의 연구개발을 대행하는 서비스 개념으로 이해할 수 있다. 앞서 연구개발은 일반적인 서비스와 다르게 고객이 참여하여 효용가치를 얻는 것이 제한적이라고 하였다. 하지만 여기서의 연구개발 서비스는 고객이 직접 참여하여 효용가치를 얻는 것이 아니라 고객의 연구개발을 대신하여 수행하는 과정을 통해 고객의 수고를 덜어준다는 측면의 효용가치를 제공함을 의미한다. 이러한 점에서 서비스 분야에서 통용되는 품질의 개념인 고객 만족(Parasuraman *et al.*, 1985)을 차용할 수 있다.

마지막으로 IV영역에 나타난 바와 같이 고객의 요구가 불분명하여 자체적인 연구목표를 수립하고 이를 바탕으로 지식을 연구하는 연구개발은 주로 기초 연구 분야에 해당한다. 이러한 연구개발에서는 연구개발 결과를 통해 얻어진 지식이 연구 목표를 달성할 있음을 증명하는 것이 중요하다. 즉, 연구목표에 대한 검증이 연구개발의 품질 개념이 된다.

이와 같이 연구개발에서의 품질은 다양한 관점에서 해석이 가능하다. 이러한 분류를 바탕으로 연구개발 품질을 바라보면 연구개발 품질이라는 것이 전혀 새로운 학문분야를 의미하는 것이 아님을 알 수 있다. 즉, 지금까지 관련 학계에서 언급되어 온 연구개발과 관련된 다양한 방법론 또한 연구개발 품질이라는 주제의 연구로 포함될 수 있다.

먼저 I영역에 해당하는 연구개발과 관련된 방법론은 지속적으로 연구되어 왔다. 예를 들어, 고객 요구사항으로부터 제품 및 공정규격으로 전개하는 QFD(Quality Function Deployment) (Chan and Wu, 2002), 고품질 달성을 위한 설계방법인 DFSS(Design for Six Sigma)(Kim *et al.*, 2005), 시험용이성, 제조용이성, 신뢰성 등의 목적성을 가지는 설계방법인 DfX(Design for X)(Kuo *et al.*, 2001), 불확실성에 강건한 제품을 설계하는 다구치 설계방법(Yum *et al.*, 2013) 등이 여기에 해당한다.

II영역에 해당하는 연구개발은 정형화된 프로세스를 따르기 보다는 창의적인 발상을 기반으로 수행되는 경우가 일반적이다. 이러한 이유 때문에 이 경우에는 체계적인 문제해결방법을 제시함으로써 연구개발의 품질을 향상시키고자 하였다. 대표적으로 창의적 문제해결기법인 TRIZ를 예로 들 수 있다(Savransky, 2000). TRIZ는 기술적으로 요구되는 목표를 달성하기 위해 상충되는 모순을 찾는 것에서 연구개발을 시작한다. 그리고 이 모순에 대해 체계적으로 접근하여 요구되는 기술목표를 달성할 수 있는 해결책을 찾는 로드맵을 제시하고 있다.

III영역의 연구개발과 관련해서는 연구개발 과정을 서비스

프로세스에 대입하여 연구개발을 하나의 서비스 개념으로 보고 서비스 품질 향상과 유사하게 접근한 연구들이 존재한다. Sarkar *et al.*(2011)은 ISO9001의 품질경영시스템 표준을 바탕으로 연구개발 프로세스를 정의하고 이로부터 연구개발에 대한 고객만족도를 평가하기 위한 프레임워크를 제시하였다. 우리나라에서는 공공기관 운영에 관한 법률 제 13조를 바탕으로 과학기술분야 공공기관에 대하여 KCSI-ST(Korea Customer Satisfaction Index-Science and Technology) 모델을 바탕으로 고객만족도를 측정하고 개선방향을 수립하는 활동을 주기적으로 실시하고 있다(MOSF, 2016). KCSI-ST 모델은 과학기술분야 공공기관의 연구개발 과제 수행, 인증서비스, 기술지원 및 이전 서비스에 대해 전반적 만족, 요소만족, 사회적 만족으로 구성된 만족요인 모형을 바탕으로 고객만족도를 측정하고, 전문성, 효율성, 효과성 등으로 구성된 선행요인모형을 통해 만족도 향상을 위한 개선전략을 도출한다.

마지막으로 IV영역의 연구개발은 주로 기초연구 분야에서 이루어지게 된다. 이러한 연구개발 유형에서는 기존에 적용되는 연구개발 방법론을 그대로 적용하는 것에 한계가 있다. 이러한 이유 때문에 기존의 연구에서는 연구개발 과정에서 품질에 영향을 미칠 수 있는 요소를 정리하여 관리하도록 요구하고 있다. 대표적으로 ASQ(American Society for Quality)(ASQ, 2000), ASME(American Society of Mechanical Engineers)(ASME, 2012), DOE(Department of Energy)(DOE, 2011), Eurachem CITAC (Co-operation on International Traceability in Analytical Chemistry)(Eurachem, 1998) 등에서 이러한 요소를 기반으로 연구개발 단계의 품질보증 방법론을 제시하였으며, Kim *et al.*(2013)은 이러한 요소를 비교하여 공통적으로 적용가능한 연구품질요소를 도출한 바 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 품질의 정의에서 말하는 대상과 요구사항으로 구분하여 분류해보면 서로 다른 특성을 가진 연구개발 품질 개념을 도출할 수 있다. 그리고 각 분류의 특성을 고려하면 각 상황에 적용 가능한 관련 방법론을 확인할 수 있다. 이러한 과정을 통해 기존의 다양한 연구들이 연구개발 품질 향상을 위한 목적으로 활용될 수 있으며 또한 연구개발이 분류에 따라 다양한 특성을 가지게 됨으로 인해 모든 연구개발에 공통적으로 적용 가능한 연구개발 품질 방법론은 사실상 존재하지 않는다는 것도 확인할 수 있다. 즉, 연구개발에 품질 개념을 적용하여 활성화하기 위해서는 분류 특성에 맞는 기존의 방법론을 채택하는 것도 중요하며 각 분류 영역에서 고려되지 않은 부분에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 최근 논의되고 있는 연구개발에서의 품질개념 적용에 대해 살펴보았다. 연구개발과 품질경영은 서로 접목될 수 없다는 인식을 가질 수도 있지만 품질경영의 발전 과정과 품

질경영의 원칙 측면에서 연구개발에도 충분히 품질경영이 적용될 수 있음을 확인하였다. 아울러 기존의 품질경영 측면의 방법론이 연구개발에서 적용될 수 있는지를 살펴보기 위하여 연구개발에서의 품질을 몇 가지 유형으로 분류하고 적용가능한 기존의 방법론을 살펴보았다. 결론적으로 기존에 알려진 품질경영 방법론이 연구개발 유형별로 접목될 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 연구개발 과정에 품질경영이 접목될 수 있음을 살펴보고 관련 방법론을 제시하였다는 점에서 학술적 의의가 있다. 본 연구에서는 먼저 품질경영의 발전과정의 연장선에서 연구개발이 품질경영의 대상이 될 수 있는지를 확인하였고, 품질경영의 원칙이 연구개발에서 어떻게 작동되는지를 확인하였다. 그리고 연구개발 환경의 다양성을 반영하여 각각의 환경에 맞게 품질 개념을 수립하고, 이에 따라 적용가능한 방법론을 제시하였다는 점에서 연구개발과 품질경영의 접목 가능성이 높이에 기여할 수 있다.

아울러 연구개발에 품질경영 적용 가능성을 확인과 더불어 연구개발 품질의 유형 분류를 통해 향후 연구개발 품질 방법론 개발의 기초자료로 활용이 가능하다. 기존에도 연구개발에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 하지만 기존의 연구는 연구개발의 유형 중 일부에 대해서만 주로 이루어져 왔다. 예를 들어, 고객의 요구를 바탕으로 제품 규격을 개발하는 연구개발에 대해서는 신제품 개발 방법론 등과 같이 상대적으로 많은 연구가 진행되었어도, 불분명한 고객의 요구를 바탕으로 규격을 완성하거나 지식을 창출하는 연구개발 분야에 대해서는 품질 측면의 연구가 미흡한 것이 사실이다. 기존에는 연구개발 품질에 대한 구분이 없었으니 개발 방법론을 다양한 특성의 연구개발 분야에 공통적으로 접근하려는 시도가 있었지만 그대로 적용하는데 한계가 있었다. 향후에는 본 연구에서 제시한 연구개발에서의 품질 분류를 토대로 각 환경에 맞는 연구개발 품질 향상을 위한 방법론을 개발하는 것이 필요하다. 예를 들어 본 연구에서 제시한 네 가지 연구개발 품질 유형별로 연구개발 로드맵, 연구개발 관리 방법론, 연구개발 품질 평가 방법론 등의 연구가 진행될 수 있다. 연구개발 성과 향상을 위한 다양한 연구개발 품질 방법론에 대한 논의가 이어질 것 기대해본다.

## 참고문헌

- ASME (2012), *Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications*, NQA-1.
- ASQ (2000), *Quality Assurance Guidelines for Research and Development*, ASQ MB104.
- Chan, L. and Wu, M. (2002), Quality Function Deployment : A Literature Review, *European Journal of Operational Research*, **143**, 463-497.
- Cho, C.-W. and Lee, S.-J. (2013), Study on the Cooperation Model for Fusion-Technology Development in SMEs, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **39**(3), 198-203.
- Cooper, R. (1994), Perspective Third-Generation New Product Process,

- Journal of Innovation Management*, **11**(3), 3-14.
- Crosby, P. (1979), *Quality is Free*, New American Library, 14-15.
- DOE (2011), *Quality Assurance*, DOE O 414.1D. Department of Energy, US.
- Drongelen, I. and Cook, A. (1997), Design Principles for the Development of Measurement Systems for Research and Development processes, *R&D Management*, **27**(4), 354-357.
- Eurachem CITAC (1998), *Quality Assurance for Research and Development and Non-routine Analysis*, Eurachem/CITAC Guide CG2.
- Feigenbaum, A. (1983), *Total Quality Control*, 3rd ed., McGraw-Hill.
- Francis, P. (1992), Quality in R&D : Putting Quality into the R&D Process, *Research Technology Management*, **35**(4), 16-23.
- Hong, Y.-S. (2014), Collaboration Management Strategies and Product Development Performance, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **39**(3), 93-115.
- ISO (2015), *ISO9000 : 2015-Quality Management Systems : Fundamentals and Vocabulary*, ISO.
- Juran, J. (1980), *Quality Planning and Analysis*, 2nd ed., McGraw-Hill.
- Kim, D.-H. and Han, K.-H. (2016), Establishment of Laboratory Note Standard for Honorable Failure Policy, *Proceeding of Korea Technology Innovation Society Conference*, Oct. 27, Daejeon, Korea.
- Kim, D.-H., Kang, M.-S., Ji, D.-H., and Choi, S.-J. (2013), R&D Quality Assurance : General Types and Key Quality Elements, *Journal of Korean Society for Quality Management*, **41**(4), 1-19.
- Kim, J.-H. and Jung, W. (2004), Improving Quality System for Product Safety Design, *Journal of Applied Reliability*, **4**(2), 65-72.
- Kim, K.-J., Min, D.-K., Kim, D.-H., Choi, B., Lee, P.-H., and Lee, S.-H. (2005), A Systematic Generation of CTQ Candidates in DFSS/C : Methodology Development and A Case Study, *Journal of Korean Society for Quality Management*, **33**(2), 74-86.
- Kuo, T., Samuel, H., and Zhang, H. (2001), Design for Manufacture and Design for 'X' : Concepts, Applications, and Perspectives, *Computers and Industrial Engineering*, **41**(3), 241-260.
- Lee, M.-K., Lee, H.-J., Lee, J.-S., Shin, W.-S., Han, K.-H., and Kim, D.-H. (2017), R&D Quality Diagnosis Framework focusing on R&D process, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Accepted.
- Miller, R. (1995), Applying Quality Practices to R&D, *Research Technology Management*, **38**(2), 47-54.
- Miller, W. and Morris, L. (1999), *4th Generation R&D : Managing Knowledge, Technology, and Innovation*, Wiley.
- MOSF (2016), *Regulation for the Management of Public Institute*, Ministry of Strategy and Finance, Korea.
- MSIP (2016), *Regulation for the Management of National R&D*, Ministry of Science, ICT and Future Planning, Korea.
- National Index System (2016), <http://www.index.go.kr>, Korea.
- NSTC (2015), *The 3rd Basic Plan for Government R&D Evaluation (2016~2020)* (Draft), National Science and Technology Council, Korea, 2015. 4. 6.
- OECD (2015), *Frascati Manual 2015 : Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, 44, OECD publishing.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., and Berry, L. (1985), A Conceptual Model of Service Quality and its Implications for Future Research, *Journal of Marketing*, **49**(4), 41-50.
- Park, I.-S. and Kim, B.-K. (2012), Determinants of Successful R&D Cooperations between SMEs and Public Research Institute in Korea, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **15**(4), 783-814.
- Park, Y.-T. (1994), Development of Quality System and Quality Management, *IE Interfaces*, **7**(2), 11-19.
- PMI (2013), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (5th ed.), 12-13. Project Management Institute.
- Prajogo, D. and Sohal, A. (2006), The Integration of TQM and Technology/R&D Management in Determining Quality and Innovation Performance, *Omega*, **34**(3), 296-312.
- PWC (2015), *Strategy & 2015 Global Innovation 1000 and Innovation's New World Order*, PWC.
- Roberts, G. (1996), Quality Systems Guidelines for Research, *The TQM Magazine*, **8**(1), 43-44.
- Sarkar, T. and Batabyal, A. (2011), Evaluation of Customer Satisfaction in R&D Organization : a Conceptual Framework, *Asian Journal on Quality*, **12**(1), 20-29.
- Savransky, S. (2000), *Engineering of Creativity : Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*, CRC Press.
- Seghezzi, H. (1981), What is Quality : Conformance with Requirements or Fitness for the intended Use?, *EOQC Quality*, **4**, 3-4.
- Yum, B.-J., Kim, S.-J., Seo, S.-K., Byun, J.-H., and Lee, S.-H. (2013) The Taguchi Robust Design Method : Current Status and Future Directions, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **39**(5), 325-341.
- Yum, B.-J., Seo, S.-K., Yun, W.-Y., and Byun, J.-H. (2014), Trend and Future Directions of Quality Control and Reliability Engineering, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **40**(6), 526-554.
- Yun, Y.-H., Kim, Y.-B., Kang, J.-S., and Jeong, G.-S. (2015). A Study of Influencing Factors through the Follow-up on Commercialization of Transferred Technology from Government Funded Research Lab : A Case Study of A-institute, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **41**(1), 105-114.