

연구품질 향상을 위한 프로세스 관점의 R&D 품질 진단 프레임워크 개발

이민기¹ · 이해준² · 이종석³ · 신완선³ · 한근희⁴ · 김덕환^{1*}

¹한국에너지기술연구원 플랫폼연구센터/ ²KIS 채권평가 금융공학연구소/
³성균관대학교 시스템경영공학과/ ⁴한국에너지기술연구원 온실가스연구소

R&D Quality Diagnosis Framework Focusing on R&D Process

Min-Ki Lee¹ · Hae-Jun Lee² · Jong-Seok Lee³ · Wan-Seon Shin³ · Keun-Hee Han⁴ · Deok-Hwan Kim¹

¹R&D Platform Center, Korea Institute of Energy Research

²Research Institute of Financial Engineering, KISPrising. INC

³Department of System Management Engineering, SungKyunKwan University

⁴Greenhouse Gas Laboratory, Korea Institute of Energy Research

Evaluating the performance of R&D Activity is complicated because it is hard to quantify the R&D results unlike the traditional manufacturing or service industries. Recently, to overcome this, process-focused evaluation methods applying the philosophy of quality into R&D environment have been introduced. However, these quality activities are mainly conducted without feedback system after the evaluation work is done. The aim of this study is to present a R&D quality diagnosis framework to obtain the improvement opportunities from R&D process perspective. The research is designed as follows : First, R&D standard process and R&D quality elements are derived from a literature review. Second, the diagnosis objects are obtained by investigating the R&D quality elements at each R&D steps. Third, a two-dimensional diagnosis model, which enables the objective measurement of the 'system compatibility' and 'accomplish level', is presented. The proposed method can provide an effective way to find opportunities for efficient quality improvement of R&D process.

Keywords: R&D Quality, R&D Process, R&D Quality Diagnosis

1. 서론

R&D를 통한 기술혁신은 국가의 성장 및 기업의 경쟁력 제고에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(Salomo *et al.*, 2007), 세계 경기 침체에도 불구하고 실제로 많은 국가에서 지속가능한 성장동력을 확보하기 위해 R&D에 대한 투자를 지속적으로 확대하고 있다(MSIP, 2016a). 우리나라의 경우에도 정부 R&D 예산이 2006년 8.9조 원에서 2015년 18.9조 원으로 10년간 2.12배 확대되었다(National Index System, 2016). 국가

의 성장 및 기업의 글로벌 경쟁력 측면에서 R&D 활동으로부터 효과적인 성과 창출은 매우 중요하며, 이를 위해 R&D의 성과를 관리하기 위한 많은 노력이 경주되었다. 국가연구개발사업의 경우 효과적인 성과 창출 및 관리를 위하여 '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정(MSIP, 2016b)'을 2002년에 제정하고, 최근에는 이를 근간으로 표준 매뉴얼을 수립하여 운영하고 있다(MSIP, 2014). 이러한 제도는 R&D 과제의 협약, 연구비 집행 등 과제 운영에 대한 행정적인 부분과 결과평가 및 연구결과물 활용 등 연구결과 관리 부분에 집중되었다. 하

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

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

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

2016년 11월 3일 접수; 2017년 2월 18일 수정본 접수; 2017년 2월 18일 게재 확정.

지만 효과적인 연구성과 창출을 위해서는 행정 및 연구결과에 대한 관리뿐만 아니라 실제로 R&D가 이루어지는 연구수행과정에 대한 체계적 관리가 필요하다. Francis(1994)와 Miller(1995), Drongelen and Cook(1997)은 R&D 과정에서 프로세스 접근법을 통해 문제를 식별하고 이를 개선하는 과정을 반복하며 R&D를 수행한다면 뛰어난 성과를 유도할 수 있다고 언급하였으며, Prajogo and Sohal(2003, 2006), Prajogo and Hong(2008)은 R&D 환경에서 종합적 품질경영(Total Quality Management; TQM) 개념을 적용함으로써 R&D 성과와 기술혁신에 긍정적인 기여할 수 있음을 밝혔다. 또한 R&D 환경에 품질관리 개념을 적용함으로써 투명한 R&D 수행에 기여한다는 주장도 있었다(Miller, 1994). 실제로 이러한 관점에서 미국의 경우 1990년대부터 연방자금을 지원받은 공공기술 R&D 활동에 대해 R&D 수행과정에 대한 품질보증을 요구하고 있으며, 이후에는 융합 및 협업연구가 강조됨에 따라 공공연구소 뿐만 아니라 그와 협력하는 기관 및 기업들의 품질보증 체계가 수립되어 운영되기 시작하였다(Roberts, 1996).

이러한 움직임은 공통적으로 R&D를 체계적으로 수행하는 것이 R&D 성과 향상에 기여한다는 철학을 근간으로 하고 있다. 이러한 측면에서 성과 향상을 위해서는 R&D의 체계적 수행을 위한 R&D 프로세스 관점의 지속적 개선이 선행되어야 하며(Lee *et al.*, 2013), R&D 프로세스에 대한 지속적 개선을 위해서는 R&D 프로세스에 대한 객관적 진단과 이를 통해 얻어진 피드백을 바탕으로 프로세스 개선기회가 식별되어야 한다(Humphreys, 1987). 반면, 현재까지 R&D 환경에서의 품질에 대한 연구는 미흡한 실정이며, 프로세스의 실질적인 개선 방안을 제시하지 못하는 한계점을 가지고 있다(Yum *et al.*, 2014).

본 연구에서는 기존 한계점을 극복하기 위해 R&D 성과물이 아닌 R&D 프로세스에 집중하여 각 단계에서 미흡한 요소가 무엇인지를 식별하고 미흡 요소에 대한 전략적 개선 방향을 모색하기 위한 방법을 개발하는 것을 목적으로 한다. 즉, R&D 수행과정에서 프로세스 관점으로 개선방안을 도출하기 위한 R&D 품질 진단 프레임워크를 제시하고자 한다.

이를 위해 먼저 국내외 연구기관의 R&D 프로세스를 비교·분석하여 R&D 표준 프로세스를 정립하고, 연구품질 관련 기존 연구를 바탕으로 R&D 성과 향상을 위해 중요하게 고려되어야 하는 R&D 품질요소를 도출하였다. 아울러 산업별, 규모별 R&D 환경의 다양성을 고려하여 적용 가능하도록 R&D 프로세스 단계별 품질요소의 맵핑을 수정하여 활용할 수 있는 가이드를 제시하고 사례를 통해 설명하였다. 그리고 선별된 각 진단 대상에 대해 입력물이 산출물이 되기까지 제반사항이 적절하게 구축되었는지에 대한 ‘시스템 적합성’과 품질향상을 위해 수립된 시스템이 조직 내에 적절하게 체화되었는지를 평가하는 ‘수행’ 수준의 두 가지 차원에 대해 현재 수준을 진단할 수 있는 측정방법을 제안하고, 이를 바탕으로 전략적 개선 방안을 도출하고 활용방안을 제시하였다.

2. 선행 연구

2.1 R&D 프로세스 관련 기존 연구와 사례 분석

서론에서 언급한 바와 같이 R&D의 체계적 수행을 통한 성과향상을 위해서는 R&D에 대한 프로세스 관점의 접근이 필요하다. 이미 많은 기존 연구에서 R&D 성과향상을 위한 R&D 프로세스의 중요성에 대해 언급하였다. 현재까지도 널리 쓰이고 있는 Kaplan and Norton(1992)의 Balanced Scorecard식 자산 구분에서의 기술은 ‘학습자산’, ‘인적자산’, ‘프로세스 자산’ 등으로 표현한다. 이는 기술로부터 가치창출을 하는 기업에선 R&D 활동과 같은 지적인 활동과 체계적인 프로세스는 매우 중요한 자산임을 강조한 것이다(Bremser and Barsky, 2004; Seol *et al.*, 2012). Cooper(1994)와 Do(2012)는 공식적으로 수립된 프로세스가 사이클 타임을 단축하고, 명확한 의사결정을 지원하는 조직상에 체계적인 프로세스의 존재가 R&D의 성공으로 이끈다고 언급하였다. 뿐만 아니라 Balachandra and Friar(1997), Cronemyr and Danielsson(2013)와 Yoon *et al.*(2015)의 연구에서는 R&D 활동에서의 프로세스 계획 및 수행 단계는 매우 중요한 요인임을 언급하고 있으며, Taylor and Pearson(1992)과 Francis(1994)은 R&D 환경에서 프로세스 상의 문제를 식별하고, 결과를 측정하는 체계적인 프레임워크를 사용함으로써 뛰어난 성과를 끌어낼 수 있다고 언급하였다. 이러한 R&D 프로세스의 중요성으로 인해 많은 연구기관 및 기업에서 시행착오를 거쳐 R&D 수행을 위한 프로세스를 정립하여 운영하고 있으며(Lee, 2013), 효율적인 R&D를 위한 프로세스의 체계성을 가지기 노력을 하고 있다(Kim, 2015). 먼저 정부출연연구원 중 하나인 한국에너지기술연구원(Korea Institute of Energy Research; KIER)에서는 ‘R&D’, ‘연구품질보증’, ‘연구성과관리’의 세 가지 범주로 구성된 R&D 프로세스를 정의하여 활용하고 있다(KIER, 2013). 여기서 실제 R&D 수행에 해당하는 부분을 R&D 범주에 포함하고 있으며 R&D 범주는 ‘연구내용 정의’, ‘설계’, ‘단위 구현’, ‘통합’, ‘결과분석’의 세부 프로세스로 이루어진다. ‘연구내용 정의’ 단계에서는 R&D의 목적, 고객의 요구사항 등을 통해 연구내용을 정의하고, R&D 수행계획, 일정 및 수요인력 등을 계획한다. ‘설계’ 단계에서는 아이디어 생성 및 정리를 통해 연구목적 달성을 위한 방법 및 수단을 설계한다. ‘단위 구현’ 단계에서 설계 내용을 바탕으로 연구에서 구현하고자 하는 시스템 최하위의 구성요소를 구현하고, 이를 통합단계에서 통합하여 전체 시스템을 완성한다. 마지막으로 ‘결과분석’ 단계에서는 통합되어 완성된 시스템에 대한 시험·분석 등을 통해 연구개발에서 요구하는 목적을 달성하였는지를 확인한다.

또 다른 정부출연연구원인 한국전자통신연구원(Electronics and Telecommunications Research Institute; ETRI)에서는 소프트웨어 개발 시 일반적으로 활용되는 V-model(Wikipedia, 2016a)을 바탕으로 ETRI 표준 프로세스를 정의하여 활용하고 있다. ETRI 표준 프로세스는 ‘과제관리’, ‘연구개발’, ‘개발지원’ 프로

세스로 구성되며, 이 중에서 ‘연구개발’ 프로세스는 ‘요구사항 정의’, ‘구조설계’, ‘상세설계’, ‘구현’, ‘단위 통합’, ‘시스템통합’, ‘시험검증’의 세부 프로세스로 구성된다(Park *et al.*, 2003). 한국전자통신연구원의 R&D 프로세스의 세부 수행절차를 살펴보면, ‘요구사항 정의’ 단계에서는 고객이 요구하는 제품 또는 서비스를 제공하기 위하여 고객의 요구사항을 분석하고 이를 시스템 요구사항으로 변환한다. ‘구조설계’에서는 시스템 요구사항을 실현하기 위한 구체적인 해법을 구성하기 위해 시스템의 계층 구조를 이루는 구성요소를 식별하고, 이에 대한 구조 설계와 내부 및 외부 인터페이스를 정의한다. ‘상세설계’에서는 시스템 계층구조에 따라 최하위 구성요소를 구현단위로 정의하는 과정이 이루어진다. ‘상세설계’ 단계에서 상세설계서가 개발되면 설계서에 따라 실제 R&D 결과물을 실현하기 위해 ‘구현’, ‘단위 및 시스템 통합’의 단계가 이어진다. 마지막으로 시스템 통합을 통해 개발된 시스템이 사전에 정의된 요구사항 및 사용자 요구사항에 적합한지를 확인하기 위한 ‘검증’ 단계가 이루어진다.

국방 분야에서는 체계공학(Systems Engineering)(Wikipedia, 2016b)을 기반으로 R&D가 수행된다. 국방 분야의 대표적 기관인 방위사업청(Defense Acquisition Program Administration; DAPA)은 체계공학 기반의 연구개발 프로세스를 표준화하여 제도화하였는데, 크게 ‘형상관리’ 및 ‘품질보증’, ‘사업계획 수립’, ‘개발업체 계약관리’, ‘사업진척관리’, ‘위험관리의 사업 관리 활동’, ‘요구사항 개발’, ‘설계 및 구현’, ‘체계통합’, ‘검증’의 단계로 이루어진 연구개발 활동으로 구분할 수 있다(DAPA, 2010).

정부출연연구기관 뿐만 아니라 국내 기업에서도 R&D 수행을 위한 프로세스를 정의하여 운영하고 있다. 삼성 SDS에서는 관리 프로세스와 작동 프로세스로 구분하여 R&D 수행 프로세스를 정의하고 있으며, 실제 연구개발 수행은 ‘시장분석’,

‘요구사항 및 제약사항 수집’, ‘자원 · 제품 · 프로세스 설계’, ‘제품생산’, ‘고객관리’의 세부 프로세스로 구성된다(Jeoung and Moon, 2007). LG전자에서는 일반적으로 ‘제품기획’, ‘제품개발’, ‘양산이관 및 출시’의 단계에 따라 R&D가 수행된다(LG Eletronics, 2016). LG전자의 R&D 프로세스의 세부절차를 살펴보면, ‘제품기획’에서는 제품의 컨셉을 설정하고, 개발 계획(일정, 예산 등)을 수립한다. 여기서는 고객 니즈와 내부 역량을 체계적으로 분석하여 제품 기획에 반영하는 것이 중요한 이슈에 해당한다. ‘제품개발’은 설정된 컨셉을 실제 제품으로 구현하는 단계에 해당하며 조직 내부의 R&D 역량과 필요 기술에 대한 오픈 이노베이션 역량의 확보가 중요하다. 마지막으로 ‘양산이관 및 출시’ 단계에서는 R&D 부문에서 개발한 제품을 생산 부문으로 이관하고 출시하는 단계이다.

롯데기업 중앙연구소의 경우 ‘연구기획’, ‘정보조사 및 관능조사’, ‘신제품 개발업무’, ‘개발분석 및 마무리’의 단계로 구분하여 R&D를 수행한다(Lotte R&D Center, 2016). ‘연구기획’ 단계는 불확실한 시장수요를 예측하고 연구소의 R&D 방향에 대한 계획을 수립하는 단계이다. 주로 환경 분석, 기술예측, 신규 기술 발굴, 신제품 제안 등 연구소의 전반적인 R&D 목표를 설정하고 기획한다. ‘정보조사 및 관능조사’ 단계에서는 소비자의 새로운 요구를 찾아내고, 새로운 아이디어를 찾기 위해 소비자 인터뷰, 시장조사 등의 활동이 이루어진다. ‘신제품 개발업무’는 제품 컨셉 확보 및 검증을 기반으로 시제품 생산 및 제품 발매까지를 포함한다. 제품 컨셉이 확정되면 이에 부합되는 원료를 선별하여 제품을 디자인하고 규격을 설정하여 제품의 안전성 확보 및 품질에 대한 테스트를 반복한다. 마지막으로 ‘개발분석 및 마무리’ 단계에서는 제품의 개발을 위한 연구기관의 기술 및 지식에 대해 특허를 출원하는 등의 활동이 이루어진다(Cho *et al.*, 2012). 이상에서 언급한 연구기관 및 기업의 R&D 프로세스를 정리하면 <Table 1>과 같다.

Table 1. Existing R&D Processes

Organization	Process					
KIER	R&D Definition	Design	Implementation	Integration	Result Analysis	
ETRI	R&D Definition	Concept Design	Detail Design	Unit Integration	Result Analysis	Test and Validation
			Implementation	System Integration		
DAPA	Requirement Development	Technical Solution		Product Integration	Verification	
Samsung SDS	Market Analysis	Resource, Product & Process Design			Production	Customer Management
	Requirement Analysis					
LG Electronic	Product Plan	Product Development			Production Migration	Launching
Lotte R&D Center	R&D Plan	New Product Development			Result Analysis	
	Survey					

2.2 R&D 품질요소 관련 기존 연구

R&D 품질요소는 R&D 수행 과정의 다양한 활동 중 R&D 성과물의 품질에 영향을 미치는 활동으로 정의할 수 있다(Jayawarna and Pearson, 2001). 1990년대 미국에서 연방자금을 지원받는 R&D에 대한 품질보증 요구가 시작됨에 따라(Roberts, 1996), 많은 연구기관과 연구자들에 의해 R&D 품질보증의 요소와 보증 절차에 대한 연구가 수행되기 시작하였다. 대표적으로 ASQ(American Society for Quality), ASME(American Society of Mechanical Engineers), DOE(Department of Energy), Eurachem CITAC(Co-Operation on International Traceability in Analytical Chemistry), Aberdeen 대학, R&D SYSTEMS® 등의 기관, 학교, 기업에서 R&D 품질요소를 정의하고 이를 바탕으로 R&D 품질보증 방법을 제시하였다. Kim *et al.*(2013)은 ASQ, ASME, DOE, Eurachem CITAC의 가이드에서 제시된 R&D 품질요소를 바탕으로 공통 연구품질요소를 도출한 바 있다. 본 연구에서는 Aberdeen 대학, R&D SYSTEMS®의 R&D 품질요소를 추가로 소개하고자 한다.

먼저 영국의 Aberdeen 대학은 의학연구에 많은 투자를 하고 있는 교육기관으로, 2006년부터 NHS 그래픽언병원과 함께 Health Department Research Governance Framework for Health & Community Care 2006(SEHD, 2006), The Medicines for Human Use(Clinical Trials) Regulations 2004(MHRA, 2004), Good Clinical Practice(ICH, 1996)를 기반으로 국가로부터 지원받는 의료기기 시험, 임상 시험용 의약품, 또는 임상 시험 등의 모든 R&D 과제뿐만 아니라 공동 연구기관 및 협력기관에 적용되는 기술의 구현과 R&D 활동에 대한 R&D 품질보증시스템을 수립하였다. Aberdeen 대학의 R&D 품질보증은 문서관리, 개선 등으로 이루어진 16개 R&D 품질요소를 기반으로 이루어진다.

그리고 R&D SYSTEMS®는 1985년 ‘시토키인’을 세계 최초로 양산했던 기업으로 현재 임상 제어 부문에서 세계 선두 기업이다. 이 기업은 1985년부터 현재까지 R&D 품질의 수준을 높이기 위하여 R&D 품질보증시스템을 수립하여 활용하고 있다(R&D SYSTEMS®, 2016). R&D SYSTEMS®는 품질감사에서부터 기록까지 14개의 R&D 품질요소를 활용하고 있다.

Table 2. The Existing R&D Quality Elements

Common Quality Elements	ASQ	ASME NQA-1	DOE	CITAC	University of Aberdeen	R&D SYSTEMS®
Administrative plan	• Responsibility	• Organization		• Administrative and Technical Planning Work • Quality Management, Corporate and Local	• Organization • Management Reviews	• Acceptance Activities
Project plan	• Project Plans	• Quality Assurance Program	• Program	• Preparation and Planning before Starting Work	• Human Resources	
R&D plan	• Software	• Design control	• Design	• Technical Capability of Laboratory • Methodology • While the work is in progress		• Design Controls
Process management		• Control of Special Processes	• Work Process	• Unit Operations	• Process Control	• Production and Process Control
Documents and records management	• Change Control • Drawing • Reports • Project Records	• Instructions, procedures and drawing • Document control • Quality assurance records	• Documents and Records	• Record Keeping and Document Control	• Document Control • Control of Records • Archiving • Control of Customer Property	• Document Controls • Records
Use of statistics	• Statistical DOE Calculation					• Statistical Techniques
Non-conformance and corrective action	• Non-conformance	• Control of Non-conformance Items • Corrective Action	• Quality Improvement	• When the work is complete	• Adverse Events, Serious Adverse Events and SUSARs • Complaints and Non-conformances	• Non-Conforming Product
Material management	• Material Identification and Control	• Identification and Control of Item • Handling, Storage and Shipping		• Reagents, Reference Material and Calibrants		• Labeling and Packaging Control • Material Handling, Storage and Distribution
Procurement management	• Procurement	• Procurement Document Control • Control of Purchased Items and Services	• Procurement	• Subcontracting	• Contracts	• Purchasing Controls • Identification and Traceability
Training and Qualification	• Training		• Personnel Training and Qualification	• Staff Qualifications, Training and Supervision of Staff	• Health and Safety	• Personnel
Equipment management	• Instrumentation	• Control of Measuring and Test Equipment		• Instrument performance • Calibration of Traceability • Equipment and Computer Controlled Equipment	• Equipment • Facilities	
Test & Inspection	• Testing Inspection	• Test Control Inspection, Test and Operating Status	• Inspection and Acceptance Testing		• Inspection and Testing	• Corrective and Preventive Action
Assessment	• Design Reviews • Peer Reviews • Audit	• Audits	• Management Assessment • Independent Assessment	• Monitoring the Quality System • External Verification	• Improvement	• Quality Audits

Kim *et al.*(2013)에서 소개된 ASQ, ASME, DOE, Eurachem CITAC 지침과 Aberdeen 대학, R&D SYSTEMS®의 R&D 품질 요소를 비교하여 나타내면 <Table 2>와 같다. <Table 2>에서는 Kim *et al.*(2013)에서 제시한 공통 R&D 품질요소를 기반으로 분류하여 나타내었다.

<Table 2>에서 보는 바와 같이 Aberdeen 대학과 R&D SYSTEMS®에서 제시한 R&D 품질요소를 Kim *et al.*(2013)에서 제시한 공통 R&D 품질요소와 비교·분석해보았을 때 모든 요소를 포함하고 있는 것을 확인할 수 있다.

3. R&D 품질 진단 프레임워크

본 연구에서는 R&D 수행 과정에 대한 진단을 통해 개선방안을 도출하기 위한 R&D 품질 진단 프레임워크를 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 R&D 프로세스 사례를 통해 (1) R&D 표준 프로세스를 정의하였다. 그리고 기존의 연구에서 제시한 R&D 품질요소를 바탕으로 (2) 공통 R&D 품질요소를 도출하였다. 정의된 R&D 표준 프로세스의 각 단계별로 적용 가능한 R&D 품질요소를 분류하여 (3) 진단 대상을 식별하였다.

식별된 진단 대상에 대해 ISO9001 및 EFQM(European Foundation for Quality Management)에서 품질평가를 위해 주로 사용되는 ‘시스템 적합성(System Suitability)’과 ‘수행(Practice)’ 수준의 측면을 고려한 정량적 평가를 수행한다. 이를 위해 (4-1) ‘시스템 적합성’과 각 프로세스가 효과적으로 수행되고 있는지에 대한 (4-2) ‘수행’ 수준 측면의 2차원적 측정을 위한 세부 측정 방법을 개발하였다. 마지막으로 R&D 프로세스의 (5) 전략

적 개선을 위한 지침을 제시하였다. 본 연구의 수행 과정을 도식화하여 그림으로 나타내면 <Figure 1>과 같다.

3.1 R&D 표준 프로세스 정의

본 연구에서는 여러 R&D 분야에 R&D 품질 진단 프레임워크를 범용적으로 적용하기 위하여 먼저 R&D 표준 프로세스를 정의하였다. 선행연구에서 소개한 국내 연구기관 및 기업의 R&D 프로세스를 바탕으로 각 프로세스에서 공통적으로 제시하고 있는 세부단계를 종합하여 도출하였다.

앞서 언급한 <Table 1>에서 보는 바와 같이 6개 사례의 R&D 프로세스는 모두 공통적으로 연구내용을 정의하는 것에서부터 시작한다. ‘연구내용 정의(Research Definition)’는 R&D의 목적 및 범위를 명확하게 하는 과정을 의미한다. 그리고 일반적으로 R&D의 목적 달성을 위한 방안 및 내용을 구상하는 ‘설계(Design)’ 단계를 거쳐 이를 구현하는 단계로 이어지는 것을 확인할 수 있다. 최종 결과물을 산출하기 위해 세부 단위를 먼저 구현하는 ‘단위 구현(Unit Implementation)’ 단계와 이를 통합하는 단계인 ‘단위 통합(Integration)’ 단계를 거친다. 그리고 R&D로부터 산출된 결과물이 사전에 정의한 목적에 부합하는지를 확인하는 ‘결과 분석(Result Anaysis)’ 단계를 거치게 되고, 마지막으로 ‘연구 종료(Finalization)’ 단계를 통해 재 연구를 위한 준비를 진행하게 된다. 각 단계의 목적을 축약하여 나타내면 <Table 3>과 같다.

이상에서 제시한 R&D 표준 프로세스는 R&D 환경의 특성에 따라 R&D 표준 프로세스의 일부 단계가 생략될 수 있으며, R&D 표준 프로세스에서 고려하지 않은 다른 세부 단계가 추

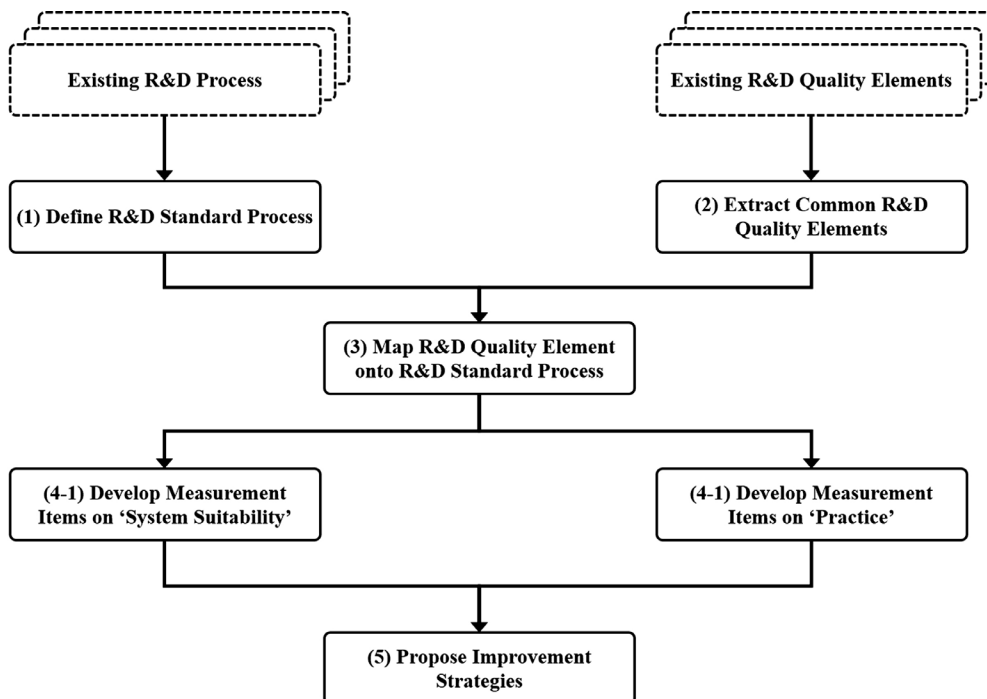


Figure 1. Development of R&D Quality Diagnosis Framework

가될 수 있다. 각 연구기관, 기업에서는 자신들의 특성 및 업무 간의 유기적 관계를 고려하여 프로세스가 수립되어야 한다.

Table 3. Description of R&D Standard Process

R&D Standard Process	Description
Research Definition	- Define a research scope according to customer & market, and ideology & vision of the organization.
Design	- Design the entire structure according to defining a propose of R&D.
Unit Implementation	- Perform R&D for each unit according to departmentalizing the research.
Integration	- Integrate developed units, and measure degree of technological completion.
Result Analysis	- Assesse the output accord with the predefined goal in advance.
Finalization	- Make every preparation for re-research, and determine success for business.

3.2 R&D 품질요소 도출

본 연구에서는 R&D 품질에 대한 진단을 위해 고려되어야 하는 요소인 R&D 품질요소를 도출하였다. 앞서 선행연구에서 소개한 6개 기관에 대한 사례의 R&D 품질요소는 <Table 2>와 같이 Kim *et al.*(2013)에서 제시한 13개의 R&D 공통 품질요소로 정리할 수 있다. 본 연구에서는 R&D 품질진단의 복잡성을 줄이고 효율적 수행을 위해 13개의 R&D 공통 품질요소 중 의미가 유사한 요소를 통합한 후 축약하였다.

먼저 기존 13개 R&D 품질요소 중 ‘R&D 계획’, ‘과제 계획’, ‘프로세스 계획’은 일반적으로 프로젝트 계획단계에서 수행해야 할 대표적인 활동이다. 이들은 상호보완적으로 수립되어야 하기 때문에 3가지 요소를 ‘R&D 계획’ 요소로 통합하였다. 또한, R&D를 수행하는 데 필요한 자원을 관리하는 활동을 하나의 요소로 통합하였다. R&D에 필요한 원자재, 표준물질, 시약과 같은 자원, 실험 및 측정 장비의 관리 및 구매 영역을 함께 관리되는 측면에서 ‘자원 관리’, ‘시험 및 측정 장비 관리’, ‘구매 관리’를 포괄하여 ‘R&D 자원관리’로 정의하였다. 마지막으로 ‘시험 및 검사 요소’는 R&D 산출물이 목표된 요구사항에 적합한지를 확인하기 위한 요소이다. 여기에 ‘부적합 사항 관리 및 시정조치’ 활동을 포함하여 산출물을 확인하고 개선하는 활동으로 ‘시험 및 개선’ 요소로 정의하였다. 최종적으로 정의된 R&D 품질요소는 경영계획(Administrative Plan), R&D 계획(R&D Plan), 문서 및 기록관리(Documents & Records Management), 통계활용(Use of Statistics), R&D 자원관리(R&D Resource Management), 교육 및 자격(Training & Qualification), 시험 및 개선(Testing & Improvement), 평가(Assessment)로 총 8개이며, 각 요소에 대한 세부내용은 <Table 4>에 나타내었다.

Table 4. R&D Quality Elements

Summarized Quality Elements	Descriptions
Administrative Plan	To provide a managerial basis for R&D QA, e.g., to build an organizational vision, goal, and quality objectives, to define responsibility and role, to make a portfolio for R&D budget, etc.
R&D Plan	To plan a project basis for R&D, e.g., to define detailed research scope of R&D, to identify participants, to build experimental process, etc.
Documents & Records Management	To manage documents or records in order to increase traceability of R&D, e.g., to create a documents or a records, to save and manage a documents or records, to utilize the managed documents or records, etc.
Use of Statistics	To use a statistical tool in order to conduct R&D in efficient and systematic manner, e.g., to plan an experiment based on statistical design of experiment, to statistically analyze data, etc.
R&D Resource Management	To make every preparation including a supply, storage of materials, and risk for R&D, e.g., to manage a raw materials, to manage a process for procurements, to calibrate an equipments, etc.
Training & Qualification	To manage a personnel qualification who involves in R&D project, e.g., to carry out training activities, to define a required qualifications, etc.
Testing & Improvement	To confirm whether R&D deliverables meet a targeted requirements, e.g., to conduct operational test, to manage non-conformities, to prevent recurrence, to establish a prevent plan, etc.
Assessment	To conduct external or internal evaluation on deliverables of R&D, e.g., to conduct milestone evaluation etc.

3.3 프로세스 단계별 적용가능 R&D 품질요소 분류: 진단대상 식별

Kim *et al.*(2013)은 국내외 대표적인 R&D 조직들의 품질보증시스템의 유형을 분석한 결과, ‘연구품질요소 중점적 관리’, ‘R&D 표준 프로세스 수립 및 실행’, ‘R&D 종료 단계에서의 품질수준 평가’ 로 각기 다른 3가지 유형이 존재함을 밝혔다. 자세히 살펴보면 ‘연구품질요소’는 연구개발 품질보증을 위해 고려해야할 세부 활동들을 의미하며, ‘R&D 표준 프로세스’는 연구개발 과정을 몇 개의 세부 단계로 구분하고 각 단계에서

수행해야 할 업무를 정립하는 것이다. ‘연구품질요소’와 ‘R&D 표준 프로세스’ 유형은 서로 다른 방법으로 연구개발 품질보증에 접근하고 있다. 일반적으로 R&D 환경에서 R&D 품질요소를 모든 활동에서 요구하는 것은 R&D 활동의 집중도를 저해할 수 있다. 반면, 종합적 품질경영관점에서 R&D 표준 프로세스가 적용이 되기 위해서는 자원을 활용하고 관리되는 활동들의 조합으로 이루어져야 한다. 본 연구의 목적에 따라 체계적인 품질보증을 위해서는 두 측면의 유형을 모두 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 두 접근법의 상호보완적인 측면에서 8개의 R&D 품질요소들이 R&D 프로세스 단계에서 어떻게 활용되어야 하는지를 설명하기 위해 앞서 정의된 R&D 표준 프로세스의 세부 단계 별로 적용가능하며 필수적인 R&D 품질요소를 분류하였다. 이를 나타내면 <Table 5>와 같다. 단, 이는 R&D 분야의 다양성이 높은 특징으로 인해 적용할 R&D 환경을 철저히 분석하고 이를 통해 적합하게 변형하여 활용하는 것이 필요하다.

<Table 5>를 살펴보면, R&D 프로세스의 각 단계별로 수행되어야 하는 R&D 품질활동들이 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 이는 그 동안 별개로 연구되고 활용되었던 ‘연구품질요소’의 관리와 ‘R&D 표준 프로세스’ 관리 측면이 함께 상호보완적으로 고려되어야 함을 의미한다. 즉, R&D 프로세스 또는 R&D 품질요소 관리 중 하나의 측면만을 고려하여 프레임워크를 설계한다면, 한정된 범위에서의 R&D 품질 활동을 수행하는 것이라고 해석할 수 있다.

본 연구에서 예를 들어 제시한 R&D 표준 프로세스를 기준으로 단계별로 고려해야 하는 R&D 품질요소는 총 25개이며, R&D 품질요소들이 각 단계에서 수행되는 세부내용은 다음과 같다.

- 1) 경영계획(Administrative Plan) : ① 연구조직의 비전과 목표를 고려하여 요구사항을 수집, ② R&D 활동을 통해 산출된 결과물이 사전에 정의한 목표에 부합하는 지 판단. 이러한 기능은 R&D 프로세스 상의 ‘연구내용 정의’와 ‘연구종료’ 단계에서 필수요소이다.
- 2) R&D 계획(R&D Plan) : ① R&D 활동간 기술적 달성 가능성을 고려하고 이를 통한 최종결과물의 구조를 설계, ② 수행

해야 할 R&D 활동을 판별하고 계획을 수립. 해당 요소는 ‘설계’ 단계와 ‘단위 구현’ 단계에서 R&D를 수행하기 위한 체계적인 계획 활동으로 이어져야 한다.

- 3) 문서 및 기록관리(Documents & Records Management) : R&D 프로세스의 모든 단계에서 필수적으로 다루어져야 할 R&D 품질요소이다. Hitt *et al.*(2000)은 조직적인 측면에서 지식을 체계적으로 관리하는 행위가 매우 중요하다고 언급하였다. 또한, Kusunoki *et al.*(1998)은 조직의 지식 창조능력을 결정하는 4가지 주요 요인 중 조직차원의 지식 관리 역량이 연구 활동을 효과적으로 만들어 주고 R&D 성과를 촉진한다고 언급하였다. 이는 R&D 활동에서 산출된 문서와 기록이며 이는 무형의 기술을 명시적으로 나타낼 수 있는 유형의 결과물이라고 볼 때 문서 및 기록관리는 모든 단계에서 필수적으로 행해져야 하는 활동이다.
- 4) 통계활용(Use of Statistics) : ① 미래의 경제적인 효과와 수요예측 등 연구목적의 근거를 마련, ② R&D 활동을 통해 산출된 결과물을 분석하여 개선에 대한 타당성을 조사하는데 활용. 이는 ‘연구내용 정의’, ‘단위 구현’과 ‘단위 통합’ 단계에서 필수적인 요소이다.
- 5) R&D 자원관리(R&D Resource Management) : ① R&D를 수행하기 위한 연구개발에 필요한 원자재, 표준물질, 시약 등의 취급관리, ② R&D 자원을 구매하고 조달하는 활동 및 실험을 위한 장비의 점검 등 일련의 과정이 포함. 해당 요소는 ‘설계’ 단계에서 R&D 활동을 수행하기 위해 사전적으로 고려해야 됨은 물론 ‘단위 구현’ 및 ‘단위 통합’ 단계를 수행하며, 지속적으로 관리되어야 한다. 아울러 ‘연구종료’ 단계에서 R&D 활동이 종료된 후, 재 연구를 위해 필수적으로 점검되어야 한다.
- 6) 교육 및 자격 관리(Training & Qualification) : ① 참여 연구자들의 자질과 능력을 파악, ② 자격과 역량을 통해 업무분담, ③ 미래 기술 트렌드에 적합한 R&D를 위해 지속적으로 교육하는 활동. 이는 ‘연구내용 정의’, ‘단위 구현’, ‘연구 종료’ 단계에서 수행되어야 할 활동이다.

Table 5. Mapping R&D Quality Element onto R&D Standard Process

	Research Definition	Design	Unit Implementation	Integration	Result Analysis	Finalization
1) Administrative Plan	✓					✓
2) R&D Plan		✓	✓			
3) Documents & Records Management	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4) Use of Statistics	✓		✓	✓		
5) R&D Resource Management		✓	✓	✓		✓
6) Training & Qualification	✓		✓			✓
7) Testing & Improvement			✓	✓	✓	
8) Assessment	✓				✓	

- 7) 시험 및 개선(Testing & Improvement) : ① 연구개발 산출물이 목표 요구사항에 적합한지를 확인, ② 개선방안을 계획하고 수행하는 활동. R&D의 결과물을 산출하는 ‘단위 구현’, ‘단위 통합’, ‘결과 분석’ 단계에서 필수적으로 수행되어야 한다.
- 8) 평가(Assessment) : ① 연구개발 산출물에 대한 내부 평가 및 검토, 외부 평가를 수행하는 활동으로써 연구의 타당성을 재확인, ② 연구의 목적과 범위를 수정할 수 있는 활동, ③ 연구를 종료하기 앞서 R&D 활동을 통해 산출된 결과물을 평가. 이는 ‘연구내용 정의’와 ‘결과 분석’ 단계에서 필수적인 요소이다.

3.4 R&D 품질 측정 항목 개발

앞서 식별된 R&D 품질 진단대상의 품질수준을 측정하기 위하여 본 연구에서는 시스템이 제대로 갖추어졌는지에 대한 ‘시스템 적합성(System Suitability)’과 이를 효과적으로 활용하고 있는지에 대한 ‘수행(Practice)’ 측면의 두 가지 차원에서 측정 항목을 개발하였다. 이러한 ‘시스템 적합성’과 ‘수행’ 수준 측면의 구분은 기존의 품질 진단 연구들에서 종종 사용되는 접근 방법이다. ISO9001과 EFQM의 품질진단 가이드라인에서 영향을 주는 요소들을 강조한 종합적인 프레임워크를 사용하기 위해 ‘시스템’의 측면과 이에 따른 ‘수행’ 결과의 측면을 함께 고려하는 것이 중요하다고 언급하였다. 또한, Taylor and Pearson(1994)는 R&D의 품질향상을 위해선 먼저 R&D 환경에서 품질활동에 필요한 시스템 수립이 선행되어야 하며, 이에 적합한 활용에 대한 평가가 필요하다고 언급하였다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 ISO9001 및 EFQM의 품질진단 방식을 차용하였다.

3.4.1 R&D 품질 ‘시스템 적합성’ 수준 측정

품질경영시스템의 프로세스 접근 관점에서 조직이 기능을 효과적으로 발휘하기 위해서는 입력물을 효율적으로 자원을 활용하여 출력물로 변환해야 하며, 이 상호작용을 관리하는 것에 대한 중요성이 강조된다(ISO9001, 2015). 본 연구에서 ‘시스템 적합성’은 R&D 프로세스의 각 단계에 투입되는 입력물이 특정한 목적과 기능을 통해 결과물이 산출되기 전까지의 제반 사항이 제대로 갖추어졌는지를 판단하는 것으로 정의한다. 이를 위해 프로세스 각 단계에서의 원리와 구조를 세부적으로 살펴보고 고려할 필요가 있다.

IDEF0(Integration Definition for Function Modeling)를 살펴보면, ‘입력물(Input)’이 ‘산출물(Output)’이 되기까지의 과정에서 프로세스 상에서 기능이 동작하기 위해서는 ‘컨트롤(Control)’과 ‘메커니즘(Mechanism)’은 필수요소이다(Wikipedia, 2016c). 본 연구에서는 IDEF0의 4가지 요소 중 산출물 전까지의 요소만을 고려하여 정의하였다. 프로세스 각 단계에서 결과물을 산출하기 전까지 수행하기 위한 ‘입력물’과 입력물을 산출물로 전환하기 위한 필수 요소인 ‘메커니즘’, 연구품질 활동을 활성화하기 위한 간접적 요소인 ‘컨트롤’의 측면을 고려하였다.

<Figure 2>는 본 연구에서 ‘시스템 적합성’을 측정하기 위한 방법을 나타낸 것이다. R&D 표준 프로세스 상에서 각 단계별로 수행해야 할 R&D 품질요소의 ‘입력물’, ‘메커니즘’, ‘컨트롤’을 고려하여 진단한다.

예를 들면, R&D 프로세스 상의 ‘연구내용 정의’ 단계에서 ‘통계활동’에 해당하는 품질요소의 ‘시스템 적합성’을 측정하기 위해 다음과 같은 질문항목을 개발하여 평가할 수 있다.

- 1) 입력물 : 고객과 시장을 정의하기 위한 통계적 분석이 가능하며, 신뢰할 수 있는 데이터가 존재하는가?

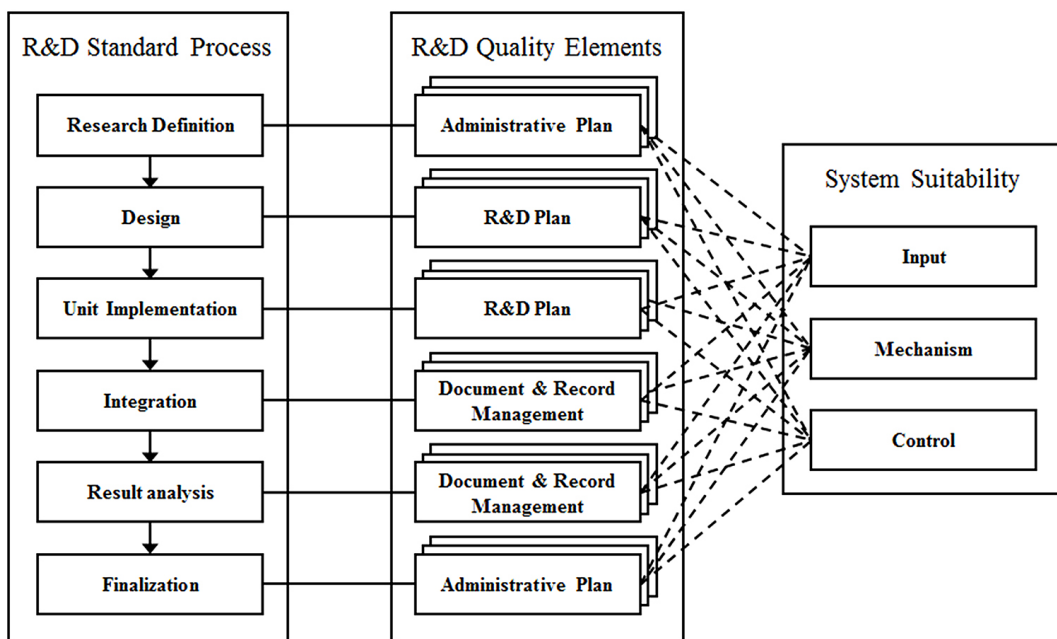


Figure 2. Diagnosis of System Suitability

- 2) 메커니즘 : 고객과 시장을 정의하기 위한 통계적 기법과 체계가 수립되어 있는가?
- 3) 컨트롤 : 고객과 시장을 정의하기 위한 통계분석 방법론이 적절하게 선택되어 졌는가?

예시와 같이 각 질문사항에 대한 정량적 평가로부터 진단을 수행한다.

3.4.2 R&D 품질활동 ‘수행’ 수준 측정

본 연구에서 R&D 품질활동에 ‘수행’ 수준이 갖는 의미는 R&D 활동간 품질향상을 위해 수립된 일련의 시스템이 R&D 조직 내에 체화되어 체계적으로 운용되는지를 진단하는 것이다. 즉, 수행 수준은 R&D 활동을 평가하기 위해서가 아니라, R&D 품질 향상을 위한 프로세스의 성숙도를 진단하기 위하여 파악하는 것이다.

이러한 목적에서 R&D 품질 관점에서 ‘수행’ 수준을 측정하기 위하여 CMMI 프로세스의 성숙도 모델을 차용하였다. CMMI 프로세스 성숙도 모델은 여러 R&D 영역에서 적용될 수 있으며(Paulk, 1996), 프로세스에 대한 성숙도 평가를 통해 프로세스의 실상을 정확히 반영할 수 있기 때문에 지속적인 개선에 기여할 수 있는 장점이 있다(Goldenson and Hersleb, 1995; Hong, 2003).

이러한 CMMI의 프로세스 성숙 모델을 활용하여 R&D 품질 진단 대상의 시스템 적합성에 대해 측정 항목을 개발하였다. <Figure 4>는 CMMI의 프로세스 성숙도의 개념을 도입한 R&D 품질활동 ‘수행’의 5개의 수준을 나타낸 것이다. 1) 초기수준은 해당 R&D 품질 활동을 위한 시스템이 적절하게 보유되지 않은 수준을 의미한다. 2) 관리수준은 시스템을 이용하고 일정 및 기능을 활용하기 위한 기본적인 관리가 이루어지는 수준이며, 적절한 수행을 위한 표준화가 필요하다. 3) 정의수준은 R&D에 대한 모든 사항이 문서화되고 표준화되어 조직에서 공식적

으로 사용하는 시스템이 정립되어 있는 수준이다. 4) 정량적 관리수준은 시스템이 철저하게 준비되고 R&D 활동과 산출물이 질적으로 이해되고 관리되는 단계이다. 5) 최적화 수준은 지속적으로 시스템이 개선되고 안정된 환경과 아이디어 및 기술로부터 피드백을 얻을 수 있는 단계이다.

이러한 5가지 질문항목을 통해 본 연구에서 R&D 품질 활동의 진단을 위한 ‘수행’ 수준을 평가한다.

3.5 R&D 프로세스 개선 방향 도출

R&D 품질진단 평가의 핵심은 R&D 과정에서 나타나는 문제점을 파악하고 각 R&D 품질요소의 진단 수준으로부터 개선 방안을 도출하고 이를 지속적으로 활용할 수 있도록 하는 것이다.

본 연구에서는 앞서 설명한 ‘시스템 적합성’과 ‘수행’ 수준이라는 두 측면에서 차원별 접근법을 통해 R&D 품질 수준을 진단하는 것을 제안한다. 차원별 접근법을 이용하면, 현상을 포괄적이면서 다양하게 설명할 수 있고, 전략과 성과의 관계를 보다 유연하고 폭넓게 해석하는 것이 가능하다(Spanos and Lioukas, 2001). ‘시스템 적합성’ 차원에서 이루어지는 진단을 통해 R&D 프로세스에서 각각의 R&D 품질요소를 수행할 수 있는 체계적인 연구와 품질보증 활동을 수행할 수 있는 환경이 마련되어 있는가에 대한 수준을 점수로 측정하며, ‘수행’ 차원에서는 R&D 프로세스에서 각각의 R&D 품질요소를 수행하기 위한 과정의 평가와 조직 내에 체화된 수준을 진단하여 평가하게 된다. ‘시스템 적합성’과 ‘수행’ 수준은 모두 정량적인 평가를 통해 이루어진다.

‘시스템 적합성’과 ‘수행’ 수준으로부터 측정된 정량화된 점수는 R&D 품질 진단 모델에서 ‘시스템 적합성’ 차원은 가로축, ‘수행’ 차원은 세로축으로 2차원적 R&D 품질의 수준평가를 통하여 산출된다.

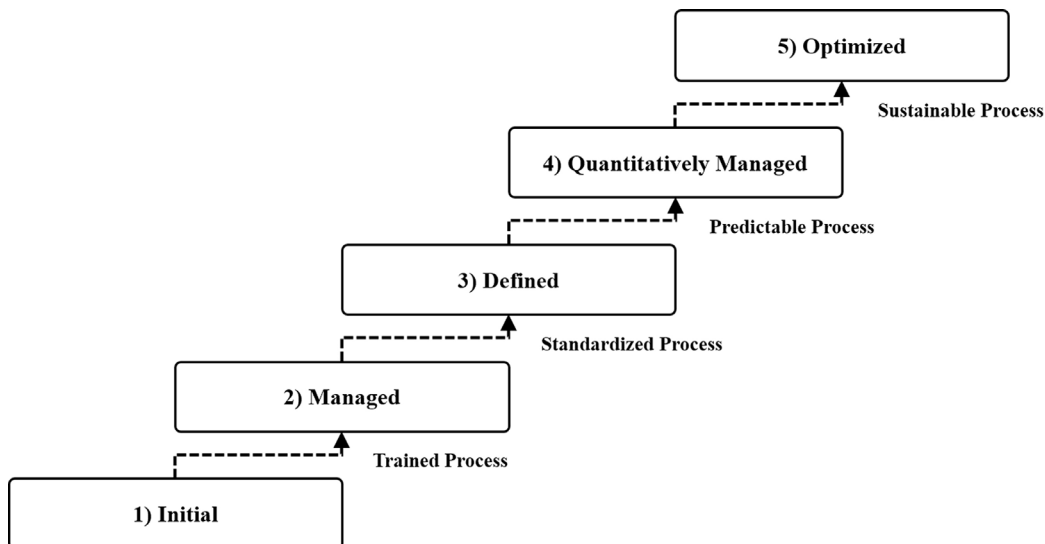


Figure 3. Diagnosis of Practice Level

R&D 프로세스 상의 각 단계별 R&D 품질요소의 ‘시스템 적합성’과 ‘수행’ 수준을 점수화하여 <Figure 4>의 R&D 품질 진단 모형에 대입하고, 이를 통해 개선전략을 도출한다. 본 연구에서 제시한 R&D 표준 프로세스 상의 R&D 품질요소를 활용한다면 25개의 요소를 측정하고 점수화 하여야 하지만 앞서 언급한 바와 같이 R&D 프로세스는 연구분야와 상황에 따라 변경될 수 있기 때문에 측정해야 할 R&D 품질요소의 수는 바뀔 수 있다.

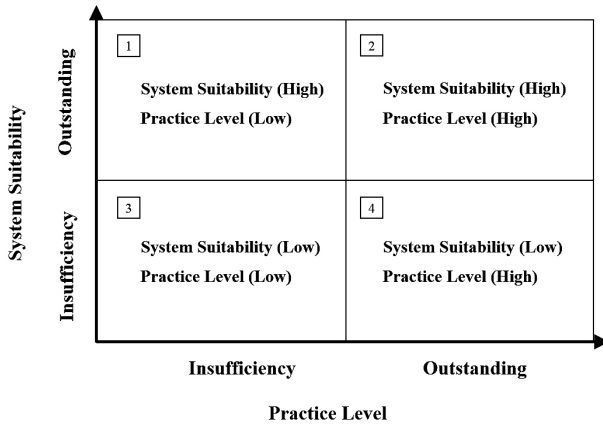


Figure 4. Two-Dimensional R&D Quality Diagnosis Model

본 연구에서는 각 R&D 품질요소에 대한 개선방안을 도출하기 위해 4개의 영역으로 분할하여 영역별로 해석하고 정의하였다. 1사분면에 해당하는 R&D 품질요소는 해당 단계에서 품질활동을 수행하기 위한 사전적 시스템이 비교적 안정적으로 정착되어 있으나 이를 수행하는 수준이 미흡한 요소이다. 이때에는 해당되는 R&D 품질요소 활동에 대해 결과물을 산출하기 위한 ‘입력물’과 이를 전환하기 위한 ‘메커니즘’, 간접적 요소인 ‘컨트롤’의 측면을 새롭게 정립할 필요가 있다. 또한, 연구에 참여하는 연구자들은 해당 R&D 프로세스의 단계를 수행하며 R&D 품질요소의 조직적 수행능력을 향상시킬 수 있는 방안을 마련해야 한다. 2사분면에 해당하는 R&D 품질요소는 해당 프로세스의 단계에서 품질활동을 수행하기 위한 시스템이 체계적으로 수립되어 있으며, 최적화 되어 있고, 이를 수행하는 수준 또한 우수하다는 것을 의미한다. 2사분면에 해당하는 R&D 품질요소는 다음 R&D 활동을 수행하며 지속적으로 현 상태를 유지하는 것이 중요하다. 3사분면에 해당하는 R&D 품질요소는 해당 단계에서 품질활동을 위한 사전준비가 미흡하며, 활용 수준도 미흡한 요소를 의미한다. 이는 R&D 활동에 대한 집중도가 떨어질 수 있으므로, 해당 R&D 활동을 다시 정의하고, R&D 품질활동에 필요한 사전 준비를 새롭게 구성하여 품질향상 활동을 전개하여야 한다. 외부전문가를 활용하는 방법도 한 가지 대안이 될 수 있다. 4사분면에 해당하는 R&D 품질요소는 해당 R&D 단계에서 사전에 품질활동을 위한 시스템이 적절하게 준비되어 있지 않으나, 이를 수행하는 수준이 우수한 경우에 해당하는데, 이는 시스템이 조

직 내에 체화되어 있지 않아도 입력물이 효과적으로 산출물로 전환되는 것을 의미한다. 이러한 요소들은 성공사례로 발굴하여 노하우를 공유할 필요가 있다. 또한, 사전에 품질활동을 위해 불필요한 시스템을 제거하고 R&D 품질요소를 새롭게 구성하는 노력이 필요하다. 이러한 R&D 품질진단 프레임워크는 4개 영역으로부터 R&D 환경에서 수행하는 R&D 품질요소의 수준을 판별하고 자체적으로 우선적으로 개선해야 할 요소를 도출하고 개선방안을 수립하는데 기여할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 한계점

Krapp(2001)은 R&D 환경에서 통제와 관리를 적용하는 방법에 대해 풀리지 않는 문제는 R&D의 유연성과 창의성이라고 언급하였다. 이와 반대로 Drucker(1986)는 기술혁신은 어느 한 순간의 아이디어에서 창출되는 것보다 끈기 있는 분석을 통해 산출되기 때문에 체계적인 프로세스가 더욱 요구되고, 혁신 실현 가능성을 높이기 위해서 프로세스가 활용되어야 한다고 주장하였다. 최근 R&D 활동의 효과성과 투명성에 대한 요구와 관심이 그 어느 때보다 증가하고 많은 연구기관에서 R&D 환경에서 결과 중심의 평가를 벗어나 과정 중심의 평가를 통해 ‘품질’을 향상시키려는 움직임이 지속되었다. 하지만 R&D 품질활동을 위한 적절한 체계가 수립되지 않는다면 오히려 R&D 활동을 비효율적으로 만들 수 있다. 또한, 기존 연구와 적용 사례들을 살펴보았을 때, R&D 프로세스 측면에서의 개선방안을 도출하기 위한 방법에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 R&D 환경에서 ‘품질’의 철학을 적용하려는 연구와 사례를 통해 기존의 결과 중심적인 평가체계에서 탈피한 프로세스를 진단하고 개선 방안을 도출하기 위한 방법론을 제시하고자 하였다.

본 논문의 결과는 다음의 두 가지 측면에서 연구개발 품질 분야에 기여할 수 있을 것이다. (1) 기술적 융합과 협력이 강화되는 현재 시점에서 R&D 환경에서 품질을 향상시키기 위한 대안으로 활용될 수 있고, (2) R&D 환경에서 ‘품질’ 개념을 적용하기 위해선 R&D 프로세스 관리와 R&D 품질요소 관리 측면을 함께 상호보완안적으로 고려해야 함을 확인한 것이다.

본 연구에서 제안하는 R&D 품질 진단 프레임워크에 대한 기대 효과는 다음과 같다. 본 연구는 기존 R&D 환경에서의 품질향상을 위한 여러 관점을 이해하고 R&D 품질을 접근하기 위한 가이드가 될 수 있을 것이다. 이를 통해 출연 연구기관 및 기업들의 R&D 품질보증체계와 R&D 프로세스를 진단하고 개선하기 위한 방법을 도입하는 데 시간과 비용의 절감 효과를 볼 수 있을 것이라고 기대된다. 더 나아가 R&D 품질보증을 위한 효율적인 R&D 프로세스를 수립하고 지속적인 진단과 개선을 통해 연구의 가치를 상승시킬 것이다.

본 연구에서 제시한 프레임워크를 현업에서 활용하기 위해선 다음과 같은 이슈를 고려되어야 한다. 첫째, 본 연구로부터 제시된 R&D 품질 진단 프레임워크의 실증적 연구가 필요하

다. R&D 품질과 관련된 이론과 사례를 중점적으로 분석하여, 제시되어 실제 현장에서의 활용가치에 대한 연구가 필요하다. 둘째, R&D 환경의 특성상 산업분야, 연구규모에 관계없이 단일한 프레임워크를 개발하는 것은 한계가 있다. 이에 프레임워크의 세부 내용은 해당 R&D 환경에 적합하도록 변형되고 보완되어야 할 것이다.

참고문헌

- Balachandra, R. and Friar, J. H. (1997), Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation : A Contextual Framework, *IEEE Transactions on Engineering Management*, **44**(3), 276-287.
- Bremser, W. G. and Barsky, N. P. (2004), Utilizing the balanced scorecard for R&D performance measurement, *R&D Management*, **34**(3), 229-238.
- Cho, Y.-R., Lee, S.-J., and Yoon, J.-W. (2012), A customized framework for assessing R&D process : Product, service and technology, *Journal of the Korean Society for Technology Management & Economics*, **20**(2), 109-134.
- Cooper, R. G. (1994), Perspective Third-Generation New Product Process, *Journal of Innovation Management*, **11**(3), 3-14.
- Cronemyr, P. and Witell, L. (2010), Changing from a product to a process perspective for service improvements in a manufacturing company, *The TQM Journal*, 26-40.
- Crosby, P. C. (1985), *Quality without tears : the art of hassle-free management*, McGraw-Hill, NY, USA.
- DAPA. (2010), Regulation for Defense Acquisition, Defense Acquisition Program Administration, Seoul, Korea.
- Do, N.-C. (2012), Product Data Model for Supporting Integrated Product, Process, and Service Design, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **38**(2), 98-106.
- Drongelen, Inge, C. K. and Cook, A. (1997), Design principles for the development of measurement systems for research and development processes, *R&D Management*, **27**(4), 354-357.
- Drucker, P. F. (1986), *Innovation and Entrepreneurship : Practice and Principles*, Harper & Row, NY, USA.
- EFQM.(European Foundation for Quality Management), (2012), EFQM Framework for Innovation Agencies, European Foundation for Quality Management, UK.
- Francis, P. H. (1992), Quality in R&D : Putting quality into the R&D process, *Research Technology Management*, **35**(4), 16-23.
- Goldenson, D. and Herbsleb, H. (1995), After the Appraisal : A Systematic Survey of Process Improvement, Its Benefits, and Factors that Influence Success, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, PA, USA.
- Hitt, M. A., Ireland, R. D., and Lee, H.-U. (2000), Technological learning, Knowledge management firm growth and performance : an introductory essay, *Journal of Engineering and Technology Management*, **17**(3-4), 231-246.
- Hong, S.-W. (2003), The Effect of Process Maturity on the Performance of Industrial R&D Projects, *IE Interfaces*, **16**(3), 362-374.
- Humphrey, W. S. (1987), *Characterizing the Software Process A Maturity Framework*, Software Engineering Institute, Pennsylvania, USA.
- ICH(International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use) (1996), *Guideline for Good Clinical Practice*, ICH, USA.
- ISO9001(International Organization for Standardization) (2015), *The Process Approach in ISO 9001 : 2015*, Switzerland.
- Jayawarna, D. and Pearson, A. W. (2001), The role of ISO9001 in managing the quality of R&D activities, *The TQM Magazine*, **13**(2), 120-128.
- Jeong, W.-C. and Moon, S.-Y. (2007), Introduction to execution strategy and case study for R&D Process Innovation, *Samsung SDS Consulting Review*, **1**, 83-101.
- Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (2005), *The Balanced Scorecard : Measures That Drive Performance*, Harvard Business Review, Harvard Business School, USA.
- KIER(Korea Institute of Energy Research) (2013), *Regulation of Research Quality Assurance*, Korea Institute of Energy Research, 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, H.-W., Ko, J.-H., and Chung, E.-S. (2015), A Study on The Effective Technology Readiness Assessment Method for System Development Project, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **41**(2), 144-149.
- Krapp, M. (2001), Quality assurance in research and development : an insoluble dilemma?, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, **371**(6), 704-713.
- Kusunoki, K., Nonaka, I. and Nagata, A. (1998), Organizational Capabilities in Product Development of Japanese Firms : A Conceptual Framework and Empirical Findings, *Organization Science*, **9**(6), 699-718.
- Lee, H.-J. (2014), *Development of R&D Quality Performance Indices*, Master's degree, SungKyunKwan University, Suwon, Korea.
- Lee, J.-S., Shin, W.-S., Lee, H.-J., and Bae, Y.-Y. (2014), Developing Quality Performance Indices for Research and Development, in : *2014 Spring Korea Quality Congress*, Busan BEXCO, Korea, 55-56.
- LG Electronics (2016), Available : http://www.lge.co.kr/lgekr/company/about/rnd/rnd_busi2.jsp [Accessed : 01 October 2016].
- Lotte R&D Center (2016), Available : <http://www.lotternd.com/KOR/rndGuide/introduce2.asp?fDepth=1&sDepth=3&tDepth=2> [Accessed : 01 October 2016].
- MHRA (Medicines and Healthcare products Regulatory Agency) (2004), *The Medicines for Human Use(Clinical Trials) Regulations 2004*, Medicines and Healthcare products Regulatory Agency, UK.
- Miller, R. (1994), Quality in research : an empirical study, *Technovation*, **14**(6), 381-394.
- Miller, R. (1995), Applying Quality Practices to R&D, *Research Technology Management*, **38**(2), 47-54.
- MSIP A(Ministry of Science, ICT and Future Planning). (2016), *2017 Government R&D Investment Plan*, National Science & Technology Council.
- MSIP B(Ministry of Science, ICT and Future Planning) (2016), *Regulation for Government R&D Management*, National Science & Technology Council.
- MSIP(Ministry of Science, ICT and Future Planning) (2014), *Standard Manual for Government R&D*, National Science & Technology Council.
- National Index System. (2016), Available : http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1330 [Accessed : 10 October 2016].
- Park, J.-G., Sung, K.-S., and Kim, H.-S. (2003), *Development of R&D*

- Standard Processes for E Research Institute, *Journal of Korean Society for Quality Management*, **31**(4), 127-149.
- Paulk, M. C. (1996), Effective CMM-Based Process Improvement, in : 6th International Conference on Software Quality, Ottawa, Canada, 226-237.
- Prajogo, D. I. and Hong, S.-W. (2008), The effect of TQM on performance in R&D environments : A perspective from South Korean firms, *Technovation*, **28**(12), 855-863.
- Prajogo, D. I. and Sohal, A. S. (2002), The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance : An empirical examination, *International Journal of Quality & Reliability*, **20**(8), 901-918.
- Prajogo, D. I. and Sohal, A. S. (2006), The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance, *International Journal of Management Science*, **34**(3), 296-312.
- R&D Systems (2016), R&D Systems a bio-techne brand Quality Manual, R&D Systems®, USA.
- Roberts, G. W. (1996), Quality systems guidelines for research, *The TQM Magazine*, **8**(1), 43-44.
- Salomo, S., Weise, J., and Gemunden, H. G. (2007), NPD Planning Activities and Innovation Performance : The Mediating Role of Process Management and the Moderating Effect of Product Innovativeness, *Journal of Product Innovation Management*, **24**(4), 285-302.
- SEHD(Scottish Executive Health Department) (2006), RESEARCH GOVERNANCE FRAMEWORK for HEALTH AND COMMUNITY CARE 2nd Edition, Scottish Executive Health Department, Scotland.
- Seol, S.-S., Oh, S.-K., and Park, H.-W. (2012), Technology Valuation, Bobmunsa, Korea.
- Spanos, Y. E. and Lioukas, S. (2001), An examination into the causal logic of rent generation : contrasting Porter's competitive strategy framework and the resource-based perspective, *Strategic Management Journal*, **22**(10), 907-934.
- Taylor, R. and Pearson, A. (1994), Total Quality Management in Research and Development, *The TQM Magazine*, **6**(1), 26-34.
- University of Aberdeen & NHS Grampian (2015), Research & Development Quality Manual, University of Aberdeen, Scotland.
- Wikipedia (2016a), Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model> [Accessed : 02 October 2016].
- Wikipedia (2016b), Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Systems_engineering [Accessed : 02 October 2016].
- Wikipedia (2016c), Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/IDEF0> [Accessed : 02 October 2016].
- Yoon, B.-G., Lee, K.-E., Lee, S.-J., and Yoon, J.-W. (2014), Development of an R&D process model for enhancing the quality of R&D : comparison with CMMI, ISO and EIRMA, *Total Quality Management & Business Excellence*, **26**(7-8), 746-761.
- Yum, B.-J., Seo, S.-K., Yun, W.-Y., and Byun, J.-H. (2014), Trends and Future Directions of Quality Control and Reliability Engineering, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **40**(6), 526-554.