ISSN 1229-1889(Print)
ISSN 2287-9005(Online)
J Korean Soc Qual Manag Vol. 45, No.4:629-648, December 2017
https://doi.org/10.7469/JKSQM.2017.45.4.629

4차 산업혁명시대의 품질경영

정혜란* · 홍성훈*† · 이민구** · 권혁무***

*전북대학교 산업시스템공학과
**충남대학교 정보통계학과
***부경대학교 시스템경영공학부

Quality Management on the 4th Industrial Revolution

Chong, Hye Ran* · Hong, Sung Hoon*† · Lee, Min Koo** · Kwon, Hyuck Moo***

*Department of Industrial Systems Engineering, Chonbuk National University
**Department of Information and Statistics, Chungnam National University
***Division of Systems Management and Engineering, Pukyong National University

ABSTRACT

Purpose: The world faces a great turning point fundamentally rebuilding the future, and human lives, by embracing the 4th industrial revolution era. This paper aims to seek new and various business models in the 4th industrial revolution era, and to examine the evolution of quality management in the changing of the industrial ecosystem.

Methods: This paper examines the various strategies of approaching the 4th industrial revolution in Germany, the USA, Japan, China, and Korea. This paper also draws detailed items by classifying the six major items of Malcolm Baldridge into large, medium, and small scale classifications, researches items from the technical perspective by applied fields, and the four major factor perspectives of quality management, as well as analyzes the relevant items in a multidimensional method. After a questionnaire survey targeting 200 quality experts was conducted, the important quality management factors were selected by applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) method.

Results: The importance of the general criteria was analyzed in the order of customers, MAKM (measurement, analysis, and knowledge management), workforce, strategy, operations, and leadership. As for the importance analysis results of the secondary subcriteria, the following items are highly analyzed: senior leadership, searching business model's innovation opportunity, customer satisfaction improvement, big data utilization, systematic management of workforce, and, planning and design quality.

Conclusion: In the era of the Internet of everything, when complexity increases, this study presented a quality management direction suitable for new business methods challenging existing orders by drawing on quality management priorities.

● Received 31 October 2017, 1st revised 14 November, accepted 15 November 2017
† Corresponding Author(shhong@jbnu.ac.kr)
ⓒ 2017, The Korean Society for Quality Management
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: AHP(Analytic Hierarchy Process), Malcolm Baldridge National Quality Award, Quality Management, The 4th Industrial Revolution

1. 서 론

세상은 끊임없이 변한다. 양적인 변화가 누적돼 임계치를 넘어서면 질적인 변화가 발생하고 종전과 차별화되는 질적 도약을 하게 된다. 내부에 쌓인 에너지가 폭발하는 시점이 생기는데, 경제사회에서는 이런 시기를 '산업혁명'이라고 불렀다; Kim et al. (2016). 산업혁명을 통해 인류의 경제생활은 한 단계씩 도약했다. 경제생활뿐만 아니라 정치, 사회, 문화 등 인간 생활사의 모든 면이 질적으로 바뀌었다. 2016년 1월, 세계경제 포럼에서 '제4차 산업혁명의 이해'를 대주제로 다룬 이후 세계는 지금 4차 산업혁명의 시대를 맞아 성장을 위한 국가 간 글로벌 경쟁이 치열해지고 있다. 4차 산업혁명이 산업, 경제, 사회 문화적으로 혁명적 변화를 이끄는 것은 물론 인류의 미래와 삶을 근본적으로 뒤바꿔놓을 만큼 커다란 파괴력을 지니고 있기 때문이다. 4차 산업혁명은 물리적 행성, 사이버 행성, 디지털 행성 간의 대경쟁 시대가 될 것이다; Choi et al. (2013). 여기서 물리적 행성은 현생 인류가 살아온 삶의 터전이며, 사이버 행성은 인터넷의 탄생으로 인류의 제 2의 삶의 터전이 된 사이버 세계이다. 디지털 행성은 사물인터넷(Internet of Things : IoT), 가상 물리 세계(Cyber Physical System : CPS)혁명으로 탄생하고 있는 제 3의 삶의 터전을 말한다. 이제 인터넷, 클라우드, 모바일, SNS을 통해 사람과 사람, 사람과 사물, 그리고 사물과 사물이 소통하는 초연결사회에 진입하였다. 초연결사회는 IoT, 클라우드, 빅데이터, 다양한 센서와 단말기를 이용하여 인터넷에 연결된 수많은 데이터를 효율적으로 관리하고 분석할 수 있는 사회이다. 특히 만물인터넷은 사람·사물·데이터·프로세서를 연결하여, 현재 이상으로 고밀도·초연결 가치를 창출하는 것으로 정의하고, 향 후 10년간에 걸쳐서 전 세계의 공공 및 비즈니스 부문에서 약 19조 달러의 경제적 가치를 생산할 것으로 예측되고 있다. 제4차 산업혁명의 특징은 인간을 중심으로 IoT를 이용하여 물리적 세계와 디지털 세계를 서로 연계하거나 하나로 융합한 네트워크 환경을 바탕으로 제품 계획단계에서부터 빅데이터 기반으로 시장을 분석하여 소비자의 선호도를 반영하고, 소비자가 원하는 대로 제품을 설계하고 시뮬레이션하여 생산라인을 최적화할 수 있는 생산방식을 구축하는 것이다. 이는 미래의 산업, 경제, 사회면에서 새로운 비즈니스 모델을 창출하고, 디지털 기술의 혁신을 넘어 현실과 가상의 융합혁명을 통해 문화적 변화를 체험하게 할 것이다. 아직까지는 4차 산업혁명의 미래를 가늠하기 어렵기 때문에 다양한 사업모델과 산업생태계의 변화과정에서 파괴적 혁신이 수요와 공급 모두에 미치는 영향을 제대로 이해하고, 기존 질서에 도전하는 새로운 업무방식은 필수적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 새롭고 다양한 방식으로 기술이 결합되고, 훨씬 더 복잡한 형태를 지향하는 4차 산업혁명시대에 맞는 효율적이고 진화된 품질경영을 모색하고자 한다. 논문의 구성은 2장에서는 4차 산업혁명의 본질을 통찰하고, 인간 역사의 발전과정을 고찰함으로써 4차 산업혁명의 등장과 파급효과를 탐색하고 있다. 3장에서는 4차 산업혁명의 시대를 맞아 국가 간 경쟁이 치열해 지고 있는 상황에서 4차 산업혁명의 선두 주자가 되기 위한 선진국의 접근전략을 살펴본다. 그 대표적 사례로 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업인터넷, 일본의 로봇신전략, 중국의 제조 2025, 그리고 한국의 신 접근전략을 살펴본다. 4장에서는 4차 산업혁명을 구현하기 위한 핵심적이고 공통적인 품질경영 요인을 제안한다. 첨단과학기술과 융합한 제조업 부활의 꿈을 실현하고, 제조업가치사슬뿐만 아니라 금융, 유통, 의료, 법률, 보안 등 다양한 분야에서 인공지능의 개발 및 이를 통한 데이터 활용이 이뤄질 것으로 예상되는 초연결사회에 기존의 품질경영 방식과 더불어 강조되어야 할 품질을 제시한다. 이를 위하여 말콤 볼드리지 기준, 즉 리더십(Leadership), 전략기획(Strategy), 고객과 시장중시(Customers), 측정, 분석 및 지식경영(Measurement, analysis, and knowledge management), 인적 자원 중시(Workforce), 그리고 프로세스 관리(Operations)의 6대 항목을

대분류·중분류·소분류로 연구하여 세부항목을 도출하고, 4차 산업혁명의 응용분야별 기술관점의 항목과 품질 경영의 4대 요소 관점을 연구하여 관련 항목을 다차원 분석한다. 이를 설계하기 위해 학계, 기업 및 공공기관 임직원, 컨설턴트 등 품질 전문가로 구성된 한국품질경영학회 4차산업혁명 연구회원을 대상으로 1차 예비 조사를 실시하였다. 이를 토대로 구조화된 설문지를 통해 품질관련 전문가와 임직원 등 200명에게 설문 조사를 실시하고 다기준의사결정모형(Analytic Hierarchy Proecss : AHP)을 활용하여 중요도 분석을 실시한다. 마지막으로 결론 부분에서 시사점과 추후 연구방향에 대해 살펴본다.

2. 4차 산업혁명의 등장과 파급효과

인류의 문명사는 관점에 따라 다르게 해석될 수 있다. Harari(2015)는 인간 역사의 발전과정을 세 가지 혁명, 즉 인지혁명(우리가 똑똑해진 시기), 농업혁명(자연을 길들여 우리가 원하는 일을 하게 만든 시기), 그리고 과학혁명(우리가 위험할 정도의 힘을 갖게 된 시기)의 순서로 제시하였다. 그에 따르면, 인류문화의 시작은 약 7만 년 전에 인류를 변화시킨 인지혁명이며, 이는 언어를 통한 새로운 사고방식과 의사소통 방식의 혁명을 의미하는 것이다. 이 후 12000년 전 농업혁명에 돌입하여 인간이 생활하는 방식의 혁명이며, 경작과 목축을 통해 역사의 진전 속도를 빠르게 하였다. 농업혁명은 제국을 출현시키고 교역망을 확대했으며 돈과 종교 같은 '상상의 질서'를 낳았다. 그리고 현재 진행 중인 과학혁명은 불과 500년 전에 시작되었으며, 새로운 지식으로 인해 인간이 갖게 된 새로운 힘을 야기한 혁명이라 하였다. 이 혁명의 가장 함축적인 모습으로 산업혁명이 자리하고 있다. Ha and Choi(2015)는 인류 문명사를 농업혁명, 산업혁명, 정보혁명, 그리고 만물초지능혁명으로 Table 1과 같이 구분하였다.

Table 1. The great change of human civilization

Agricultural revolution	Industrial revolution	Information revolution	All things super intelligent revolution
- Industrialization of agriculture - Human settlement	- Industrialization of industry - Replacement of human's physical labor	- Information processing and communication revolution - Replacement of human' s brain labor	- IoT, CPS, Artificial intelligence revolution - Externalization of human's brain labor as things, machines, and spaces

일반적으로 산업혁명은 18세기 중반부터 19세기 초반까지 영국에서 시작된 기술의 혁신과 이로 인해 일어난 사회, 경제 등의 큰 변혁을 일컫는 말이다. Song(2017)은 기술적·조직적·경제적·사회적 변화를 지칭한다고 하였다. 기술적 측면에서는 도구가 기계로 대체되었고, 조직적 측면에서는 기존의 가내수공업을 대신하여 공장제도가 정착되었다. 경제적 측면에서는 국내 시장과 해외 식민지를 바탕으로 광범위한 자본축적이 이루어졌으며, 사회적 측면에서는 산업자본가와 임금노동자를 중심으로 한 계급 사회가 형성되었다. 산업혁명을 통해 인류사회는 자본주의의 발전에 필요한 토대를 구축하게 되었으며, 농업 중심의 사회적 패러다임을 공업사회로 변화시켰다. Moon(2014)은 산업혁명이란 용어는 1837년 프랑스 혁명가인 브랑키(J.A.Blanqui)에 의해서 처음 사용되었고, 다시 1844년 프리드리히 엥겔스(F. Engels)에 의해서 폭넓게 사용되었으며, 이 후 아놀드 토인비(A. Toynbee)에 의해서 그 용어의 사용이 정착되기에 이르렀다고 하였다. 제1차 산업혁명은 1760년경 영국에서 시작되어 1820-1840년대까지 지속됐다. 주로 손을 이용했던 생산 방식이 증기기관 발명으로 기계를 사용하는 혁신적인 방식으로 바뀌었다. 1차 산업혁명 성과에 기반을 두고 출발한 2차 산업혁명의 가장 큰 특징은 전기와 통신기술 발달이다. 1차 산업혁명이 섬유, 철강, 증기기관 기술에 집중됐던 반면 2차 산업혁명은 철강, 철도, 석유, 화학, 전기 등 광범위한 영역으로 퍼져 나갔다. 1990년

대 중반 들어 정보통신과 신재생에너지 개발이 활성화되면서 3차 산업혁명이 촉발됐다. 인터넷 혁명으로도 알려진 3차 산업혁명은 전 세계 상업과 사회적 관계도 새로운 국면에 접어들면서 우리 경제생활도 크게 달라졌다. 특히 정보기술 발달로 전 세계적인 소통이 가능해지고 자유로워지면서 4차 산업혁명은 촉발됐다. Klaus(2016)는 '4차 산업혁명 핵심은 구체적으로는 디지털, 바이오, 오프라인 기술들이 다양하고 새로운 형태로 융합하는 것'이라고 정의하고, 4차 산업혁명의 또 다른 특징은 '속도와 파급 효과 측면에서 종전의 혁명과 비교되지 않을 정도로 빠르고 범위가 넓은 것'이라고 강조했다. Ha and Choi(2015)는 물리학적 기술 분야에서 무인 운송수단, 3D 프린팅, 로봇 공학 등, 디지털 기술 분야에서는 IoT, 빅데이터 등, 생물학적 기술 분야에서는 유전 공학 등이 부상할 것으로 예측하고 있다. 특히 3D 프린팅과 유전공학이 결합하여 생체조직프린팅이 발명되고, 물리학적, 디지털, 생물학적 기술이 CPS로 연결되면서 다양한 사업모델과 산업생태계의 변화를 가져올 것으로 전망하고 있다. 4차 산업혁명이 우리생활에 미치는 영향도 종전과 비교할 수 없을 정도로 광범위하다. Lee(2016)는 여전히 명확치 않은 4차 산업혁명의 개념을 '현실과 가상의 융합 혁명'으로 정의하고, 제도와 규제를 혁파해야 무한한 융합의 시대로 나아갈 수 있다고 하였다. 페이스북과 블로그, 트위터 등을 통해 세계가 하나로 연결된 상태에서 하나의 신기술이 전파되는 속도는 가늠하기 어렵다. 파급되는 속도가 빠르기 때문에 4차 산업혁명은 다른 부분들을 혁신적으로 파괴 할 수도 있다. 4차 산업혁명은 청년실업, 양극화, 저출산 등 다양한 사회문제와 연계되어 저성장이 일상화되는 뉴노멀시대를 극복하고 인류발전에 또 다른 변곡점이 될 수 있을 것이다.

3. 주요국의 접근 전략

2016년 1월, 세계경제포럼에서 '제4차 산업혁명의 이해'를 대주제로 다룬 이후 세계는 지금 4차 산업혁명의 시대를 맞아 주도권 확보를 위한 국가 간 글로벌 경쟁이 치열해지고 있다. 그 대표적 사례가 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업인터넷, 일본의 로봇신전략 등을 들 수 있다. 글로벌화, 도시화, 인구구조 변화, 성장잠재력 약화, 기술의 변화, 제조 강국의 세대교체 등의 대내외 환경 변화에 대응하기 위해 각국 정부는 제조업 혁신을 추진하고 있다. Jung and Jo(2016)는 각국의 산업 경쟁력 강화 전략에 대한 주요 내용을 Table 2와 같이 요약하였다.

Table 2. Strengthening industrial competitiveness of major countries

Country	Competitiveness Strategy
Germany	- Release of 'Industry 4.0" to continue the initiative of manufacturing industry. · Implementation of smart factory through convergence of ICT and manufacturing industry, and standardization between countries
USA	- National strategy establishment for advanced manufacturing partnership (AMP) and advanced manufacturing industry · National competitiveness consolidation, job creation, and economic activation through advanced manufacturing innovation
Japan	- Japan's restoration strategy and Industrial Competitiveness Consolidation Act · Searching comparative advantage industry, new market creation, talent fostering and securing system reform, and regional innovation
China	- Announcement of "Made in China 2025" for reorganization into innovative high added value industry · Aiming at establishing the status of leading manufacturing country after 30 years
Korea	- Release of "Manufacturing Industry 3.0", a new evolution strategy in line with manufacturing industry's paradigm change · IT convergence, smart production mode diffusion, soft power fortification of manufacturing industry

3.1 독일의 제4차 산업혁명 전략

독일에서 기인된 '인더스트리 4.0'을 통해 산업혁명의 발전 과정을 규정하는 관점은, 기술의 변화를 통한 산업 특히 제조업을 둘러싼 환경의 급변 과정과 새로운 패러다임의 제조업의 중요성을 부각시킨 점에 초점이 있다. '4차 산업혁명'이라는 용어의 본격화를 마련한 '인더스트리 4.0'은 전 지구적으로 변화하는 산업구조의 위기를 극복하기 위해 독일정부에 의해 2006년부터 추진되어 2011년부터 공식화된 산업 부흥 정책인 'Hightech Strategy 2020'의 10가지 핵심 전략 중 하나이다. Ha and Choi(2015)는 'Hightech Strategy 2020' 의 구성을 Table 3과 같이 5개의 중점 활동 영역과 이를 구체적으로 추진할 10개의 핵심 프로젝트로 정리하였다. 이 가운데 역사적 제조 강국인 독일이 정보통신기술과 제조업을 융합하여 생산성과 효율성을 제고시킴으로서 새로운 산업혁명을 주도하겠다는 의지로 국가 차원에서 추진하는 전략이 바로 '인더스트리 4.0'이다.

Table 3. Hightech strategy 2020

Five core elements	10 Forward-looking projects
Climate · Energy	1. The CO2-neutral, energy-efficient, climate-adapted city
	2. Renewable resources as an alternative to oil
	3. The intelligent transformation of the energy supply
Health · Nutrition	4. Treating illness more effectively, with individualised medicine
	5. Better health via effective prevention and healthy diets
	6. Living an independent life well into old age
Mobility	7. Sustainable mobility
Security	8. Internet-based services for business and industry
Communication	9. Secure identities
	10. Industry 4.0

독일에서는 2005년과 2006년 미래가 보이지 않았던 시기에 '살아남기 위해서' 미래의 하이테크기술전략을 수립하기 시작하였다. 하이테크기술전략은 건강, 에너지와 자원, 보안, 운송, 정보통신 영역에서 세워졌으며, 정보통신영역의 하나의 주제로 제4차 산업혁명이 연구되었다. 좀 더 구체적인 목표는 두 가지가 있다. 하나는 기계설비부문에서 누리고 있는 높은 국제경쟁력을 2025-2035년까지 계속해서 유지하려는 것이다. 즉 경쟁력을 갖춘 제품과 서비스를 판매하는 공급자를 가지는 것이다. 다른 하나는 자국의 산업 경쟁력을 높여 독일 내에 스마트한 공장을 세움으로써 고용창출의 잠재력을 높이려는 것이다. 미래에도 독일은 제조업 분야에서 선도적인 위치를 차지하기 위해 제조업에 정보통신기술을 접목시킨 제4차 산업혁명을 시작한 것이다. 독일이 추진하는 제4차 산업혁명은 미래 프로젝트로 시작되었으나, 이미 현재진행형으로 추진되고 있다. 1차, 2차, 3차 산업혁명은 사후에 정의된 개념이지만, 4차 산업혁명은 사전에 개념을 설계하는 컨셉으로 'Industrie 4.0 by design'이다. 앞으로 현장적용이 가능한 사업모델, 중소기업과의 연계, 그리고 보안이 핵심 과제가 될 것이다. 이를 위해 독일은 플랫폼 의사소통 방식으로 다양한 사람들의 의견을 모으고 산업계 스스로가 합의하여 규정과 표준을 정하는 것이다. 그 내용을 공개하고 전문가와 다른 경제주체의 피드백을 받아 진화적인 발전을 도모한다. 그 발전이 모여서 혁신적인 시스템을 이루고, 경제와 사회를 모두 아우르는 지속가능한 경제발전을 이루어가는 것이다. 또한 디지털 주권을 확보하기 위해 대기업, 창업기업, 연구기관, 대학 등이 협력하여 디지털 사회모델을 도출하고 있다; Kim and Nam(2016). 독일은 대기업 중심의 주도 방식이

아닌, 세계적인 경쟁력을 가진 많은 중소기업, 즉 업종별 협회를 중심으로 사업을 추진하고 있다. SAP, SIEMENS, BOSCH, Deutsche Telekom 등 독일의 각 분야 최고의 기업과 산업단체들이 참가하는 '인더스트리 4.0 플랫폼'을 구성하여 로봇과 IoT, 그리고 CPS의 융합에 의한 개발·제조·유통 프로세스의 전체 최적화를 지향하고 있다.

3.2 미국의 제 4차 산업혁명 접근 전략

4차 산업혁명을 주도하기 위한 미국의 새로운 혁신전략은 제조 시스템이나 프로세스를 효율화하는 기술 개발에 적극적인 투자를 통해 이루어지고 있다. 미국 혁신전략은 국가적 당면과제 해결을 위한 9개 전략분야를 제시하고, 분야별 비전 및 정책 방향을 수립하여 강력한 혁신을 통해 새로운 산업혁명을 선도할 생태계를 구축하고 있다; S&T GPS(2015). 9개 전략분야는 첨단제조, 정밀의학, 브레인이니셔티브, 첨단 자동화, 스마트시티, 청정에너지 및 에너지 효율, 교육·우주 기술, 그리고 차세대 컴퓨팅 분야이다. 미국형 4차 산업혁명의 모델은 산업혁명과 인터넷 혁명을 융합하는 신산업혁명이라는 위상을 부여하고 있는 GE의 '산업인터넷' 이다. 각종 센서를 장착하여 산업기기의 원격 감시를 넘어 가동 상황에 대한 빅데이터 분석을 통해 기기의 성능 저하나 이상 등을 사전에 탐지하고, 부품의 교환 시기의 예측을 정확하게 함으로써 제품 및 산업 장비의 사고방지, 유지·관리의 고도화, 운용의 최적화를 실현하는 것이다. 그리고 기업의 활동이 제품 판매로 끝나는 것이 아니라 제품 판매 후의 유지·보수 서비스를 포괄적으로 제공함으로써 안정적인 수익을 확보하고, 고객과의 계속적인 접점 확보를 통해 제조업의 서비스화를 추진하는 것이다. Ha and Choi(2015)는 GE의 산업인터넷 전략은 IoT, CPS, 빅데이터, 인공지능의 최적 연계를 통해 사물과 데이터의 융합을 실현하는 '미국의 신산업혁명의 모델'이라고 하였다. GE의 전략을 바탕으로 미국의 4차 산업혁명의 접근법은 세 가지로 요약하면 Figure 1과 같다.

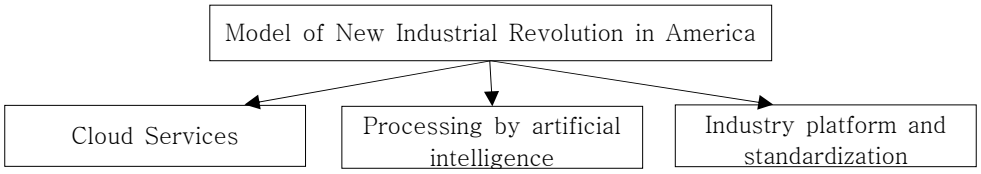

Figure 1. New industrial revolution approach

첫째 클라우드 서비스를 기축으로 인터넷 우위성을 최대한 활용하고, 둘째 제조업 관련 기업과 인터넷 기업에서 축적한 방대한 데이터를 인공지능에 의한 처리를 통해 전 세계로 서비스를 제공한다. 셋째 그 과정에서 전 세계의 공장이나 설비를 제어하여 생산을 관리함으로써 미국 주도의 산업 플랫폼과 표준화를 실현해 가는 것이다. 한마디로 이 같은 과정으로 확보한 글로벌 디지털 산업 플랫폼이 전통 산업과 인터넷 융합을 가속화하여 정보혁명의 뒤를 잇는 '신산업혁명'의 주도권을 장악하여 디지털 패권 국가의 리더십을 본격적으로 발휘하고 있다.

3.3 일본의 제4차 산업혁명 전략

일본은 2015년 1월 로봇혁명실현회의가 발표한 로봇 신전략으로 IoT와 CPS시대의 도래에 대응하고자 한다. 산업현장에 창출되는 방대한 데이터를 기반으로 로봇 진화의 구동력으로 연결하겠다는 일본형 신산업혁명이다. 동 전략은 센서, 인공지능 등의 기술진보에 의하여 지금까지 로봇으로 위치를 부여하지 않았던 사물까지 로봇화하겠다는

구상에서 출발한다. 예를 들어 자동차, 가전, 휴대전화, 주택까지 로봇으로 간주하고, 제조현장에서 일상생활의 모든 영역에서 로봇을 활용함으로써, 사회적 과제를 해결함과 동시에 제조업·서비스의 국제 경쟁력을 강화하고 국부를 창출하겠다는 접근전략이다. 개정된 '일본 재흥전략 2015'에서 가장 주목되는 부분은 IoT, 빅데이터, 인공지능에 의한 기술혁명으로 민간의 새로운 성장 단계 진입을 가속화하기 위한 제도 정비, 개선 및 민·관이 공유할 수 있는 핵심 비전이 필요했고, 주요 내용은 제4차 산업혁명의 영향, 기본 전략, 사회변화 및 산업구조 전환, 제4차 산업혁명에 따른 취업구조 전환, 산업구조·취업구조 예측, 그리고 구체적 전략이다. 미래 경제사회 재건설을 위한 구체적 전략으로 데이터 활용 촉진을 위한 환경정비, 인재 육성·확보 및 고용 시스템의 유연성 향상, 혁신·기술 개발 가속화, 금융기능 강화, 산업구조·취업 구조 전환 촉진, 제4차 산업혁명의 중소기업·기업 경제 내 파급, 그리고 제4차 산업혁명을 향한 경제 사회 시스템 고도화 등 7가지를 구체적 전략으로 수립하였다. 일본은 미국과 독일에 비해 한발 늦게 4차 산업혁명에 뛰어들었지만, 압도적인 기술 기반의 설계 사상과 차원을 달리하는 거국적인 대응 체제로 대응하고 있다. 그리고 산업혁명을 민간 주도의 조직을 설립하여 추진하고 있다. Ha and Choi(2015)는 민간 조직 설립 목적을 국내외 기업이 IoT를 활용한 미래 투자를 적극적으로 수행하여, IoT에 관련되는 파괴적 이용 사례가 신속하게 창출되는 환경을 정비하는 것과, IoT 활용 환경 정비를 위해 기업 간 연계를 강화하는 환경정비, IoT 프로젝트에 대한 자금 지원, 과제가 되는 구제 개혁 및 규범 형성, IoT 추진을 위한 분야별 전략 책정의 대정부 제언 등을 수행하는 산학 및 관학의 거점 역할의 수행이라고 요약하였다.

3.4 중국의 제4차 산업혁명 전략

중국은 제조대국에서 제조 강국으로 탈바꿈시키기 위해 전략의 첫 10년간의 행동강령인 「중국제조 2025」를 발표하였다. '중국제조 2025'는 최근 각국의 제조업 부흥 전략 특히 독일 'Industry 4.0' 개념을 벤치마킹하여 수립되었다. '중국제조 2025'를 좀 더 자세히 살펴보면 '5대 기본 방침'과 '4대 기본 원칙'을 설정하고, '3단계 전략'에 의해 제조 강국을 실현한다는 내용으로 체계화되어 있음을 알 수 있다. 여기서 '5대 기본 방침'은 혁신의 추진, 품질 우선, 환경 보전형 발전, 구조의 최적화, 인재중심을 말한다. 그리고 '4대 기본 원칙'은 시장 주도 및 정부 유도, 현실 입각 및 장기적인 관점, 전체 추진 및 중점 돌파, 자주 발전 및 협력 개발을 중점 내용으로 하고 있다. 제조 강국 건설을 위한 3단계 전략적 목표는 1단계, 2025년까지 10년에 걸쳐 제조 강국 대열에 진입, 2단계는 2035년까지 전체 제조업을 세계 제조 강국 대열의 중등수준으로 향상, 그리고 3단계는 신 중국 설립 백주년이 되는 2049년까지 제조업 대국으로서의 지위를 더욱 굳건히 하여 종합실력을 세계 제조 강국의 상위에 진입을 제시하였다. 국가 제조업 혁신 능력 제고, 정보화와 공업화 심층융합, 공업기반능력 강화 등 9개 전략적 임무와 10대 중점분야를 제시하였다; S&T GPS(2015). '중국 제조 2025' 계획은 정부 주도하에 자원의 통합을 도모하며 '제조업혁신센터 건설, 지능형제조, 공업기반강화, 녹색제조, 첨단장비 혁신 등의 5대 추진 전략을 통해 오랫동안 제조업 분야에서 실현하지 못했던 기초기술과 제조업 전체의 경쟁력 향상을 실현시키고자 한다. 인터넷 강국, 제조업 강국, 종합 국력 대군을 지향하는 중국의 꿈은 이제 본격적인 대항해를 시작한 것이다.

3.5 한국의 제4차 산업혁명 전략

Ha and Hwang(2011)은 저서에서 대한민국의 신산업혁명전략 프레임으로 디지털 행성시대를 전망한 초연결 만물지능기반 선도국가 'A-Korea(Ambient Intelligence Korea)'를 제안하였다. 'A-Korea 전략'이란 디지털 행성시대를 사정권에 넣고 신문명의 선도국가로 굴기하기 위해서는 ICT Korea로서의 대한민국의 강점을 극대화하는 만물

지능기반 시스템으로 개조하자는 국가재창조 아젠다'라고 할 수 있다; Ha(2015).

Table 4. A-Korea development stage and strategy

	Infrastructure Formation (~2017)	Takeoff Stage (2018-2020)	Mature Stage (2020~)
ICT	Designing and building intelligent communication network of everything for hyperconnectivity	Completion of intelligent communication backbone network of everything for hyperconnectivity	Completion of intelligent communication public network of everything for hyperconnectivity
Industry	Design of intelligent industry of everything for hyperconnectivity and building stronghold ecosystem	City and national undertaking of intelligent industry of everything for hyperconnectivity	Global unfolding and standardization of intelligent industry of everything for hyperconnectivity
Infra	Design of intelligent infrastructure of everything for hyperconnectivity and building stronghold ecosystem	City and national undertaking of intelligent industry of everything for hyperconnectivity	Global undertaking of intelligent infrastructure of everything for hyperconnectivity
Core Strategy	Strategy design and initiative implementation	Solving national tasks	Solving human tasks

Table 4에서는 초연결 만물지능통신망, 초연결 만물지능산업, 초연결 만물지능인프라를 세계 최초·최고 수준으로 설계하여, 창조경제특구를 중심으로 구축 및 운용하고, 이를 기반으로 세계최초로 국가단위로 적용한 후 그 경험을 세계적으로 확산하는 3단계 창조국가전략이다; Ha(2015). A-Korea는 세계문명사의 대전환이라는 인류의 도전에 대한민국이 담대하게 응전하는 거대전략이다. 정부는 전국 17개 지역에 창조경제혁신센터를 설치하고, 지역주도로 선정된 특화전략 산업을 중소·중견지역 기업 성장 및 글로벌 진출을 위한 기관·프로그램을 연계·총괄하는 창조 경제 전략을 강력하게 추진하고 있다; 창조경제혁신센터(2015). 한국의 4차 산업혁명의 기본방향은 IT·SW 융합으로 융합 신산업을 창출하여 새로운 부가가치를 만들고, 선진국 추격형 전략에서 선도형 전략으로 전환하여 우리 제조업만의 경쟁우위를 확보해 나가는 것이다. 기업이 제조업 혁신을 주도할 수 있도록 정부는 환경 조성에 주력해야 한다. 생산현장 스마트화 추진, 13대 미래 성장 신산업 육성, IT 기반 에너지 신산업 등 제조업과 IT가 융합된 융합형 성장 동력을 미래 먹거리 산업으로 육성하고, 지역산업의 활력제고, 주력제조업의 활력 제고로 구체화 하여 제조업 혁신 3.0전략 본격 이행하는 것이다; Ministry of trade, industry and energy(2014). 한국은 늦은 전략발표이기는 하나, 세계적인 흐름에 뒤처지지 않기 위해 민간기업과 정부기관들이 주도하에 철저하게 진행해야 한다.

4. 4차 산업혁명시대의 품질경영

고객만족을 실현하고 이윤을 극대화하기 위해 품질경영활동은 대단히 중요하다; Cho(2017). 국가의 문화차원이 품질경영성숙도 수준과 프로젝트 품질에 영향을 미친다고 하였다; Park et al. (2017). 앞에서 살펴본 주요국들의 신 접근전략은 자국에 맞게 제시되어 있지만 이들의 공통점은 IoT, 인공지능 등을 이용한 첨단과학기술과 융합한 제조업 부활의 꿈을 실현하는 것이다. 제조업가치사슬 뿐만 아니라 금융(트레이딩, 포트폴리오, 투자 자문), 유통(맞춤형 제안, 구매단순화), 의료(진단, 판독), 법률(자료 판독), 보안(지능형 감시) 등 다양한 분야에서 경제시스템과 산업구조의 전체 최적화를 지향하는 것이다. 본 논문은 디지털 기술을 이용하여 사이버 세계와 물리적 세계를 연결하는 무한한 융합의 시대로 나아가는 과정에서 새롭고 다양한 방식으로 기술이 결합되고, 초연결사회의 복잡성이 커지는 만물인터넷 시대에 품질경영은 어떻게 진화되어야 할 것인가를 제언하고자 한다.

4.1 연구 설계

4차 산업혁명시대의 품질 요소를 도출하기 위해 품질 분야 교수, 공공기관 및 기업임직원, 개인 컨설턴트 등 20여 명으로 구성된 한국품질경영학회 4차 산업혁명 연구회원을 대상으로 2017년 3월 25일, 4월 29일 2차에 걸쳐 사전조사를 실시하였다. 키워드를 통한 4차 산업혁명시대의 품질 요소를 재 정의 한 후 1, 2차 회의를 통해 말콤 볼드리지 6개 항목별 대·중·소 분류 연구(리더십, 전략기획, 고객과 시장중시, 측정, 분석 및 지식경영, 인적자원 중시, 프로세스 관리), 4차 산업혁명의 응용 및 기술 관점의 항목별 연구(스마트 팩토리, 자율 주행 자동차, 전기차 등), 그리고 품질경영의 4대 관점의 연구(품질계획, 품질관리, 품질보증, 품질개선)를 토대로 다차원 관점으로 접근하기로 결정하였다.

먼저, 말콤 볼드리지 6개 항목에 대해 대분류·중분류·소분류, 그리고 세부 항목별로 구분하였는데, Table 5는 리더십 항목에 대한 예시로 중분류는 경영진의 리더십, 지배구조와 사회적 책임으로 구분하였고, 이에 따른 소분류 항목 중 세부 항목에 대한 주요 키워드를 선정하여 예비 요인으로 도출하였다.

Table 5. Detailed result of the classification of Malcolm baldrige items

Larger	Middle	Small	Details	Preliminary Factors
Leadership	1.1 Senior Leadership	1) Vision, Value and Mission	Customer-driven value creation	Customer value for customer convergence
		2) Communication and Organizational performance	Two-way communication(Top-down/Bottom-up)	Two-way communication
			Learn skills, New technology application	Learn new skills and application
			Product development, Quality improvement, Improving Services Developing participating partnerships	Development partnership and Building partnership
			Competitive suppliers, Cooperative relationships with partners	Development partnership and Building partnership
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

둘째, 4차 산업혁명의 응용 분야 및 기술 관점의 항목별 연구는 다음 사항들을 고려하였다; 스마트 팩토리, 자율주행 자동차, 전기차, 5G, 바이오 산업, 금융산업 등의 산업군 분야, 스마트 시티, 스마트 홈, 교통 분야, 재해, 재난 정보, 에너지, 환경, 문화, 행정 등의 공공서비스, 원격 진료 시스템, 개인화된 의료 처치, 정략적 기록과 예측 분석, 의료 기기 및 장기 3D 프린팅, 건강 데이터 공유 등의 의료분야, 그리고 핀테크, 블록체인, 무인배송, 비즈니스 밸류 모델, 3D프린팅, 보험, O2O서비스 등의 전자상거래별 항목연구. 이들에 대해 Table 6과 같이 세부 항목과 예비 요인을 도출하였다. Table 6에는 스마트팩토리에 대한 예시이고, 나머지 항목들에 대해서도 동일한 분석을 하였다.

Table 6. Results of the 4th industrial revolution according to application category

Application View	Details	Technical View	Details	Preliminary Factors
Industry	Smart Factory	IoT and Sensor Robot Technology Big data Technology	Sensor / Context aware technology Communications / Network technology (network management and control) Chip device technology, Lightweight embedded network technology Autonomous / Intelligent platform technology Intelligent IoT standardization preemption technology Automatic error detection and remote management, Pre-forecast quality control Optimization systems (fault prediction systems, facilities and logistics control systems), Security Integrated source technology (security breach risk) Hacking and virus problems Security quality	Connected quality Software quality Sensor standardization Statistical process monitoring(SPC) Predictive maintenance Quality Management Process flexibility quality Stability and security of information protection
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

마지막으로, 품질계획, 품질관리, 품질보증, 품질개선의 품질 경영 4대 관점의 연구를 토대로 다차원 관점에서 접근하였다. 품질 경영 4대 관점의 항목 연구는 Table 7과 같다.

Table 7. Details results obtained in accordance with the quality management perspective

Perspectives	Details	Preliminary Factors
Quality Planning	Target quality, design quality, manufacturing quality, user quality, quality function develoent	Identify customer needs, Design quality, Simulation quality
Quality Control	Statistical quality control, sampling inspection, statistical process control	Process monitoring system(SPC), Predictive maintenance quality management
Quality Assurance	Outsourcing quality management, reliability management, product liability	Zero-defect quality,Information security and reliability
Quality Improve	Quality Engineering, Process Capability Analysis	Discover opportunities for innovation in business modes, New technology acquisition and utilization

AHP에서는 1계층에 포괄적인 의사결정의 목적을, 그리고 2계층 및 3계층에 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들을 배치한다. 4차 산업혁명시대의 품질경영 요소 도출은 한국품질경영학회 4차 산업혁명 연구회원 약 20여 명의 도움을 받아 수행하였다. 연구회 회원들은 Figure 2와 같이 말콤 볼드리지 6개 항목을 2계층, Table 5,6,7에서 도출된 예비요인을 그룹핑하여 3계층으로 도출하였다. 도출된 예비요인들에 대한 설명은 Table 8에 정리하였다.

Figure 2. Hierarchy for prioritizing quality management factors

MAKM1) : Measurement, Analysis, and Knowledge Management

Table 8. Factors Affecting the 4th Industrial Revolution from Quality Management Aspect

Goal	General criteria	Secondary subcriteria	Description by Factor
Quality management factors	Leadership	Senior leadership	Setting vision and value (participation, realizability, directivity, simplicity, and sympathy), horizontal leadership sharing rights and leadership based on two-way communication
		Develop partnerships and build partnerships	Development of competitive suppliers and partners and symbiotic quality with partners
		Social responsibility	Quality opening and sharing to ensure the ethicality and morality of science and technology based on earnest exploration on human nature and value
	Strategy	Searching business model's innovation opportunity	Major factors analysis to find innovation opportunities of business models and strategic goal presentation
		New technology acquisition and utilization	Learning various new technologies and use method establishment to secure convergence quality
		Zero-defect quality strategy	Establishing strategic goal of integral quality
	Customers	Creating customer value convergence	By identifying customer needs, expectations and preferences, connect them with products and services, and create new business opportunities through convergence quality
		Identify customer needs and customer acquisition	Channel diversification and cyclical effectiveness evaluation for customer needs identification
		Customer satisfaction improvement	Customer satisfaction improvement through immediate feedback and simulation of customer grievances
	Measurement, Analysis, and Knowledge Management	Big data utilization	Analysis and use of big data created in the hyper-connective and hyper-intelligent society
		Software quality	Software quality activity enabling convergence with the digital era (accuracy, reliability, integration, usability, maintenance, and test feasibility)
		Standardization of information technology	Standardization quality activity of IT and data
		Stability and security of information protection	Ensuring balance between availability and stability (security) of information
	Workforce	Systematic management of workforce	Establishment of career development system to fortify new job knowledge and technology suitable for convergence era
		Technology and knowledge sharing system	Building technology and knowledge sharing system in line with sharing economic system
	Operations	Planing and design quality	Ensuring design quality for prompt response to environmental change and customer satisfaction
		Simulation quality	Ensuring simulation quality such as virtual reality or augmented reality
		Process flexibility quality	Securing process flexibility that can quickly cope with the change of customer and market environment
		Data quality management	Process monitoring system building through IoT and SPC quality activity
		Predictive maintenance quality management	Predictive quality control activity through advanced smart facilities

이 후 구조화된 설문지를 통해 AHP 기법을 적용하여 비교대상그룹별 분석을 실시하였다. 전문가는 관련 분야 교수, 공공기관 담당자, 개인 컨설턴트, 기업 임직원(제조대기업, 제조중소기업, 서비스업, 연구소), 학생을 선정하였으며, 설문조사대상은 제 1그룹(관련 분야 교수), 제 2그룹(공공기관 담당자), 제 3그룹(기업근로자 및 개인 컨설턴트), 제 4그룹(학생)의 4 그룹으로 나누어 e-mail 조사와 직접 대면 조사를 하였다. 조사 기간은 2017년 5월 20일부터 2017년 6월 10일까지 실시하였으며, 품질 전문가 200여명에게 설문을 요청하여 137명의 설문지를 분석하였으며, 응답의 일관성이 낮은 것(0.1이하)을 제외하고 최종 분석 대상으로 설정하였다. Satty(1994)는 AHP를 "작은 문제에 대해 건전한 판단을 할 수 있는 인간의 타고난 능력"에 기초한 의사결정 접근법으로 묘사하고 있다. AHP의 가중치 산정은 평가 항목 간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교를 통해 이루어지며, 각 계층내 의사결정요소들 간의 일대일 쌍대비교를 통한 상대적 비교우위는 9점 척도를 이용하였다. AHP의 가장 큰 장점은 가격, 무게 등의 객관적인 지표는 물론 만족도나 선호도와 같은 주관적인 견해에 대한 측정치를 대상으로 AHP를 적용할 수 있다는 점이다; Kim and Shim (2007). 응답자들의 응답 일관성을 검증하기 위해 비일관성 비율의 임계치는 10%를 적용하며, 10%내외인 경우 신뢰할 수 있는 결과라 할 수 있다.

4.2 응답자의 특성

4차 산업혁명시대에 미치는 품질경영 측면의 요인 조사를 위한 응답자의 특성은 Table 9와 같다. 경력근무연수별로 제1그룹(관련 분야 대학 교수)는 10년 이상이 전체의 52%, 제 2그룹(공공기관 담당자)의 비율은 31.3%, 제3그룹(기업체 근무)의 비율은 대기업 64.3%, 중소기업 52.6%, 서비스업 62.5%, 연구소 46.7%, 개인컨설턴트 100%로 조사되었다.

Table 9. Characteristics of survey respondents

Classification group	Occupation	Gender		Career years					Total
		Man	Female	Over 20 years	10~20 years	5~10 years	Less than 5 years	Not relevant	
Group1	University professors	22	3	9	4	1	2	9	25
Group2	Public agency personnel	16	0	3	2	1	7	3	16
Group3	Manufacturing enterprises	39	3	8	19	14	1		42
	Manufacturing SME[1)]	13	6	2	8	3	6		19
	Service	7	1	1	4	1	2		8
	R&D[2)]	13	1	5	2	4	3	1	15
	Consultant	6	0	2	4	0	0	0	6
Group4	Student	6	0	2	4	0	0	0	6
Total		122	14	32	47	24	21	13	137

* SME[1)] : Small and Medium Enterprises, * R&D[2)] : Research and Development

4.3 그룹별 · 계층별 분석 결과

4.3.1 그룹별 제 2계층 분석

4차 산업혁명시대에 미치는 품질경영 요인 중 말콤 볼드리지 6대항목에 대한 제2계층의 직업/직군별 쌍대비교 분석결과는 다음 Table 10과 같다. 전체 설문조사의 우선순위는 고객과 시장중시(0.225), 측정, 분석 및 지식경영(0.196), 인적 자원 중시(0.173), 전략기획(0.139), 프로세스 관리(0.138), 리더십(0.129) 항목 순으로 분석되었다. 그룹별로 제2계층 상대적 중요도를 살펴보면 제1그룹(학계)의 경우 고객과 시장중시(0.217), 측정, 분석 및 지식경영(0.214), 전략기획(0.165), 프로세스 관리(0.142), 리더십(0.133), 인적 자원 중시(0.128)이며, 제 2그룹(공공기관 담당자)의 경우 측정, 분석 및 지식경영(0.22), 인적자원 중시(0.216), 고객과 시장 중시(0.176), 프로세스 관리(0.141), 전략기획(0.134), 리더십(0.112)이며, 제3그룹(기업근로자)의 경우 고객과 시장중시(0.233), 측정, 분석 및 지식경영(0.182), 인적자원 중시(0.176), 프로세스 관리(0.143), 리더십과 전략기획(0.133)이며, 제4그룹(학생)의 경우 측정, 분석 및 지식경영(0.233), 고객과 시장중시(0.216), 인적자원 중시(0.199), 프로세스 관리(0.154), 전략기획(0.107), 리더십(0.091)로 분석되었다.

Table 10. Comparative analysis results of general criteria

General criteria	Leadership	Strategy	Customers	Measurement, Analysis, and Knowledge Manag.	Workforce	Operations	Inconsistency
Total	0.129	0.139	0.225	0.196	0.173	0.138	0.004
Group 1	0.133	0.165	0.217	0.214	0.128	0.142	0.005
Group 2	0.112	0.134	0.176	0.220	0.216	0.141	0.009
Group 3	0.133	0.133	0.233	0.182	0.176	0.143	0.007
Manufacturing enterprises	0.140	0.117	0.275	0.157	0.167	0.144	0.020
Manufacturing SME	0.117	0.142	0.206	0.199	0.209	0.127	0.030
Service	0.094	0.166	0.251	0.214	0.119	0.156	0.020
R&D	0.120	0.150	0.203	0.216	0.160	0.150	0.020
Consultant	0.238	0.114	0.109	0.161	0.240	0.138	0.040
Group 4	0.091	0.107	0.216	0.233	0.199	0.154	0.080

관련 분야 대학교수 그룹, 대기업그룹, 서비스업 그룹에서는 고객과 시장 중시 측면에 우선순위가 가장 높았으며, 공공기관 담당자와 연구소 임직원, 그리고 학생그룹에서는 빅데이터 활용이나 소프트웨어 품질, 정보 기술 및 데이터 표준화, 정보 보호의 안정성과 보안성 등의 측정, 분석 및 지식경영 측면에 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 제조 중소기업 근로자와 개인컨설턴트의 경우 융·복합시대에 맞는 새로운 직무지식과 기술 강화 경력 개발 체계, 그리고 지식 공유 시스템 구축 등의 인적 자원을 중시하고 있음을 볼 수 있다.

4.3.2 그룹별 제 3계층 분석

4차 산업혁명시대에 미치는 품질경영 요인에 대한 제 3계층의 직업/직군별 쌍대비교 분석결과는 Table 11과 같이 경영자의 리더십, 비즈니스모델의 혁신기회 발굴, 빅데이터 활용, 인적자원의 체계적 관리, 그리고 설계 및 디자인 품질항목이 높게 분석되었다. 세부항목별 내용을 살펴보면 리더십 중에서는 비전과 가치를 설정하고, 실현가능하도록 방향성을 제시하며, 권한을 나누는 수평적 리더십 및 쌍방향 커뮤니케이션을 지닌 경영진의 리더십을 중시하고 있음을 볼 수 있다. 또한 전략 기획은 비즈니스 모델의 혁신 기회를 발굴하고 이에 대한 주요 요소를 분석하여 전략 목표를 제시할 수 있는 항목이 중요하게 선정되었으며, 고객과 시장중시 항목에서는 고객만족도 향상이 월등히 높음을 볼 수 있다. 반면 중소제조업 근로자와 연구소, 개인컨설턴트의 경우는 고객 니즈 파악 및 고객 확보를 중시하고 있음을 알 수 있다. 측정, 분석 및 지식경영 항목에서는 빅데이터 활용에 대한 요인에 중점을 두고 있으며, IoT와 스마트팩토리 구현에 따른 소프트웨어 품질과 정보보호의 안정성 및 보안성 품질의 중요성이 대두 되고 있음을 알 수 있다. 인적 자원 중시 항목에 대해서는 학계와 서비스업에서 기술 및 지식 공유 시스템 항목에 중점을 두는 반면 다른 모든 그룹에서는 인적자원의 체계적 관리를 통한 소프트 파워에 중점을 두고 있음을 볼 수 있다. 마지막으로 프로세스 관리 항목에서는 다양하고 복잡한 고객의 요구를 실현하기 위해 다품종 소량 생산 시스템 구현이 필수적이며, 이를 위해 공정의 유연성 품질과 설계 및 디자인 품질 항목을 중시하게 되며, 고성능 센서와 빅데이터 수집 등을 통한 전수검사 시스템 구현으로 확보된 데이터의 품질관리 항목에 중점을 두고 있음을 알 수 있다.

Table 11. Comparative analysis results of secondary subcriteria

General criteria	Secondary subcriteria	University professors	Public agency personnel	Manufacturing enterprises	Manufacturing SME	Service	R&D	Consultant	Student
Leadership	Senior leadership	0.414	0.503	0.504	0.482	0.399	0.360	0.623	0.260
	Develop partnerships and build partnerships	0.321	0.236	0.252	0.348	0.247	0.314	0.201	0.468
	Social responsibility	0.265	0.261	0.244	0.170	0.355	0.326	0.176	0.272
Inconsistency		0.002	0.040	0.001	0.060	0.008	0.03	0.210	0.050
Strategy	Searching business model's innovation opportunity	0.407	0.403	0.408	0.322	0.481	0.373	0.473	0.402
	New technology acquisition and utilization	0.350	0.356	0.228	0.392	0.291	0.331	0.356	0.354
	Zero-defect quality strategy	0.244	0.240	0.364	0.286	0.228	0.296	0.172	0.243
Inconsistency		0.040	0.000	0.080	0.001	0.006	0.005	0.130	0.020
Customers	Creating customer value convergence	0.341	0.359	0.306	0.265	0.330	0.229	0.344	0.211
	Identify customer needs and customer acquisition	0.266	0.358	0.275	0.394	0.266	0.399	0.346	0.364
	Customer satisfaction improvement	0.392	0.283	0.418	0.341	0.404	0.372	0.311	0.425
Inconsistency		0.002	0.007	0.001	0.01	0.009	0.020	0.120	0.070
Measurement, Analysis, and Knowledge Management	Big data utilization	0.230	0.351	0.288	0.315	0.201	0.195	0.394	0.332
	Software quality	0.284	0.215	0.234	0.208	0.202	0.182	0.164	0.210
	Standardization of information technology	0.216	0.200	0.235	0.231	0.249	0.170	0.272	0.169
	Stability and security of information protection	0.270	0.233	0.244	0.246	0.349	0.453	0.171	0.289
Inconsistency		0.010	0.003	0.004	0.050	0.040	0.010	0.040	0.010
Workforce	Systematic management of workforce	0.431	0.611	0.684	0.60	0.325	0.592	0.814	0.653
	Technology and knowledge sharing system	0.569	0.389	0.316	0.400	0.675	0.408	0.186	0.347
Inconsistency		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Operations	Planing and design quality	0.316	0.307	0.386	0.213	0.257	0.323	0.433	0.132
	Simulation quality	0.115	0.146	0.117	0.166	0.142	0.101	0.112	0.162
	Process flexibility quality	0.217	0.148	0.150	0.226	0.134	0.164	0.108	0.181
	Data quality management	0.200	0.249	0.211	0.211	0.238	0.204	0.20	0.320
	Predictive maintenance quality management	0.153	0.150	0.135	0.184	0.229	0.208	0.146	0.204
Inconsistency		0.004	0.009	0.002	0.02	0.03	0.004	0.040	0.050

이는 4차 산업혁명시대의 중요한 품질경영 요소로 고객, 종업원, 주주, 관련 기업 등 이해관계자들의 소리를 빅데이터로 생성하여 고객과 시장의 요구사항을 파악하고 제품과 서비스에 연계시켜, 융·복합 품질을 확보 할 수 있다는

것을 의미한다. 새로운 사업 기회 창출과 고객의 니즈 파악을 위한 채널 다변화 및 주기적인 유효성 평가, 그리고 고객 만족을 위한 즉각적인 피드백과 시뮬레이션을 통한 고객 만족도 향상 등의 요인에 중점을 두고 있음을 시사하고 있다고 할 수 있다.

4.3.3 경력근무 연수별 분석

4차 산업혁명시대에 미치는 품질경영 요인에 대한 경력근무 연수별 제 2계층의 직업/직군별 쌍대비교 분석 결과는 다음 Table 12와 같다. 근무 연수에 상관없이 고객과 시장중시 항목이 높게 분석되었고, 품질 부문 근무 경험이 없는 그룹은 측정, 분석 및 지식경영 항목이 높게 분석되었다. 20년 이상의 경우 고객과 시장중시 항목과 인적 자원 중시 항목이 동일하게 높게 나타났으며, 5년~10년 미만의 그룹에서는 고객과 시장중시, 측정, 분석 및 지식경영, 그리고 인적 자원중시 항목이 동일한 지수를 보임을 알 수 있다.

Table 12. Analysis result of general criteria by career years

General criteria	Over 20 years	10~20 years	5~10 years	Less than 5 years	Not relevant
Leadership	0.117	0.143	0.143	0.134	0.104
Strategy	0.121	0.151	0.129	0.166	0.141
Customers	0.226	0.255	0.193	0.251	0.185
Measurement, Analysis, and Knowledge Management	0.165	0.176	0.193	0.214	0.270
Workforce	0.226	0.151	0.193	0.119	0.143
Operations	0.145	0.124	0.150	0.156	0.157
Inconsistency	0.020	0.010	0.008	0.020	0.020

또한 경력근무 연수별 제3계층별 쌍대비교 분석결과는 Table 13과 같이 20년 이상의 경우 경영자의 리더십, 비즈니스 모델의 혁신 기회 발굴, 고객 융합 가치 창출, 인적자원의 체계적 관리, 설계 및 디자인 품질 항목이 높게 분석되었으며, 소프트웨어 품질 항목이 다른 근무연수 그룹과 다르게 높게 평가된 점이라 할 수 있다. 5년 이상 10년 미만의 경우 정보보호의 안전성 및 보안성, 5년 미만의 경우 신기술 습득 및 활용 항목에서 다른 분석결과를 보였다. 특별히 품질경영 분야에 근무하지 않은 그룹에서는 본인의 근무 경험과 상관없이 파트너십 개발과 협력관계 구축 ,정보 보호의 안전성 및 보안성, 그리고 기술 및 지식 공유시스템과 같은 항목을 중시하고 있음을 알 수 있다.

Table 13. Analysis result of secondary subcriteria by career years

General criteria	Secondary subcriteria	Over 20 years	10~20 years	5~10 years	Less than 5 years	Not relevant
Leadership	Senior leadership	0.379	0.550	0.500	0.449	0.345
	Develop partnerships and build partnerships	0.299	0.256	0.255	0.246	0.413
	Social responsibility	0.323	0.194	0.245	0.304	0.242
Inconsistency		0.01	0.02	0.00521	0.01	0.00722
Strategy	Searching business model's innovation opportunity	0.435	0.407	0.451	0.301	0.409
	New technology acquisition and utilization	0.282	0.299	0.232	0.395	0.407
	Zero-defect quality strategy	0.283	0.294	0.317	0.304	0.185
Inconsistency		0.05	0.02	0.04	0.01	0.02
Customers	Creating customer value convergence	0.394	0.296	0.236	0.324	0.287
	Identify customer needs and customer acquisition	0.286	0.350	0.298	0.310	0.292
	Customer satisfaction improvement	0.319	0.354	0.466	0.367	0.422
Inconsistency		0.00948	0.00058	0.00428	0.01	0.02
Measurement, Analysis, and Knowledge Management	Big data utilization	0.228	0.321	0.260	0.326	0.225
	Software quality	0.276	0.197	0.213	0.214	0.258
	Standardization of information technology	0.259	0.208	0.231	0.192	0.190
	Stability and security of information protection	0.236	0.274	0.296	0.267	0.327
Inconsistency		0.020	0.000	0.020	0.004	0.010
Workforce	Systematic management of workforce	0.621	0.575	0.586	0.632	0.499
	Technology and knowledge sharing system	0.379	0.425	0.414	0.368	0.501
Inconsistency		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Operations	Planing and design quality	0.376	0.336	0.336	0.261	0.280
	Simulation quality	0.130	0.141	0.091	0.124	0.162
	Process flexibility quality	0.125	0.196	0.146	0.181	0.207
	Data quality management	0.200	0.206	0.231	0.211	0.198
	Predictive maintenance quality management	0.169	0.122	0.195	0.223	0.153
Inconsistency		0.005	0.010	0.005	0.008	0.010

5. 결론 및 시사점

인류는 산업혁명을 통해 경제생활뿐만 아니라 정치, 사회 문화 등 인간 생활사의 모든 면에서 질적으로 도약했다. 세계는 지금 4차 산업혁명의 시대를 맞아 성장을 위해 국가 간 경쟁이 치열해지고, 인류의 미래와 삶을 근본적으로 재구축하는 대전환기를 맞이하고 있다. 사이버 세계와 물리적 세계를 네트워크로 연결하는 다양한 분야와 새로운 산업생태계의 변화과정에서 파괴적 혁신이 수요와 공급 모두에 미치는 영향을 제대로 이해해야 한다.

본 논문에서는 새롭고 다양한 방식으로 디지털 기술이 결합되고, 빅데이터 기반의 훨씬 더 복잡한 형태로 다가온 4차 산업혁명에서 제품과 서비스에 미치는 품질경영을 재분석하고 이해하였다. 첨단과학기술과 데이터 혁명 기반에

서 새롭고 다양한 사업모델과 산업생태계의 변화과정에서 품질경영은 어떻게 차별화 되고 진화되어야 할 것인가를 연구하였다. 4차 산업혁명시대의 품질 요소를 도출하기 위해 말콤 볼드리지 6개 항목별 대·중·소 분류 연구(리더십, 전략기획, 고객과 시장중시, 측정, 분석 및 지식경영, 인적자원 중시, 프로세스 관리), 4차 산업혁명의 응용 및 기술 관점의 항목별 연구(산업군, 공공서비스, 의료분야, 전자상거래군별 도출), 품질 경영의 4대 관점의 연구(품질 계획, 품질관리, 품질보증, 품질개선)를 토대로 다차원 관점으로 접근하였다.

4차 산업혁명시대에 미치는 품질경영 요인 중 말콤 볼드리지 6대항목에 대한 제2계층의 직업/직군별 쌍대비교 분석결과는 고객과 시장중시(0.225), 측정, 분석 및 지식경영(0.196), 인적 자원 중시(0.173), 전략기획(0.139), 프로세스 관리(0.138), 리더십(0.129) 항목 순으로 분석되었다. 이는 4차 산업혁명시대의 중요한 품질경영 요소로 고객과 시장의 요구사항을 파악하여 제품과 서비스에 연계시키고, 융·복합 품질 확보를 통한 고객 만족 향상 등의 요인에 중점을 두고 있음을 시사하고 있다고 할 수 있다. 반면 공공기관 담당자와 연구소 임직원, 그리고 학생그룹에서는 빅데이터 활용이나 소프트웨어 품질, 정보 기술 및 데이터 표준화, 정보 보호의 안정성과 보안성 등의 측정, 분석 및 지식경영 측면에 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 제조업 근로자와 개인컨설턴트의 경우 융·복합시대에 맞는 새로운 직무지식과 기술 강화 경력 개발 체계, 그리고 지식 공유 시스템 구축 등의 인적 자원을 중시하고 있음을 볼 수 있다.

그룹별로 차이는 있지만, 전체적으로 시장과 고객의 요구에 적합한 품질경영을 강조한 점은 이전시대와 동일하다. 그러나 4차 산업혁명시대에는 다품종 소량생산 방식과 데이터의 대량화에 따른 빅데이터 활용, IoT 와 스마트 팩토리 구현에 따른 소프트웨어 품질, 정보보호의 안정성 품질이 중시 되고 있음을 알 수 있다. 본 논문이 복잡성이 커지는 만물인터넷 시대에 품질경영 요인의 우선순위를 도출함으로 기존 질서에 도전하는 새로운 업무 방식에 맞는 품질경영이 될 수 있기를 기대해 본다.

REFERENCES

Cho, J. H. 2017. “An empirical study on top management's leadership in construction quality management activities and construction quality management performance.” Journal of the korean society for quality management 45(3):403-426.

Choi, M. S., Ha, W. K., and Kim, S. M. 2013. “Diagnosis and scenarios of the hyper-connected society based on the viewpoint of all things intelligence internet.” Issue report 2013-12, ETRI.

Creative Economy and Innovation Center. 2015. https://ccei.creativekorea.or.kr.

Ha, W. K. 2015. “Megatrend of digital planet era and national creative strategy.” Graduate school of governance 10(2):37-66.

Ha, W. K. and Choi, N. H. 2015. “The 4th industrial revolution.” Kontencheuhada. ISBN 9791195578672.

Ha, W. K. and Hwang, S. H. 2011. “Super it korea 2030.” Electronicnews. ISBN 9788992885508.

Harari, Y. N. 2015. “Sapiens.” Kimyoungsa. ISBN 9788934972464.

Jung, M., and Jo, K. L. 2016. “Weekly economic review.” Hyundai research institute 705(16):1-16.

Kim, I. S. and Nam, Y. S. 2016. “The 4th Industrial revolution, New wave of the future.” Hoitebooks. ISBN 9788993132441.

Kim, J. U., No, Y. U., and Park, Y. B. 2016. “2016 Davos report.” Maeil business news korea. ISBN 9791155424414.

Kim, Y. J. and Shim, J. S. 2007. "A comparison of weight elicitation techniques: Focusing on AHP, JA, and SW)." Institute of public policy and administration 21(1):5-34.

Klaus, S. 2016. “The fourth industrial revolution.” Saelounhyeonjae. ISBN 9788962805901.

Lee, M. H. 2016. “The fourth industrial revolution.” Korea creative economy news. ISBN 9791186480298.

Moon, K. H. 2014. “A comparison of the industrial revolution in britain and korea.” Pusan national university master’s thesis. http://www.riss.kr/link?id=T13411474.

Ministry of trade, industry and energy. 2014. “Promotion of manufacturing industry revolution 3.0 strategy." http://www.motie.go.kr.

Park, Y. T., Hyun. Y. J., and Song, H. G. 2017. “National cultural dimensions and their impact on quality management maturity and project quality performance: Focusing on ITER project.” Journal of the korean society for quality management 45(2):247-260.

Saaty, T. L. 1994. “How to make a decision: the analytic hierarchy process.” Interfaces 24(6):19-43.

Song, S. S. 2017. “The historical development of the industrial revolution and the status of the fourth industrial revolution.” Korean association of science and technology studies, 1-18.

S&T GPS. 2015. http://www.now.go.kr.

Yu, Y. S. 2014. “Hyper-connected society and our level.” Issue and analysis, No. 129, Gyeonggi research institute. http://www.gri.re.kr.