

A Study on the Digital Transformation Readiness Through Developing and Applying Digital Maturity Diagnosis Model: Focused on the Case of a S Company in Oil and Chemical Industry

디지털 성숙도 진단모형 개발과 적용을 통한 디지털 트랜스포메이션 준비성에 관한 연구: 석유화학산업 S회사의 사례를 중심으로

Myung-Sook Heo(First Author)

PhD Business Administration, University of Ulsan
(mjmsheo@naver.com)

Myun-Joong Cheon(Corresponding Author)

Department of Management Information Systems,
University of Ulsan
(mjcheon@ulsan.ac.kr)

.....

The purpose of this study is to develop and apply a measurement tool to diagnose digital maturity(DM) for oil and chemical industry organizations. DM refers to the state of being complete, perfect or ready. This study focused on technology, strategy, human, and culture and each factor consisted of 105 indicators. The DM stage consists of five stages: DT awareness level, beginning level, investment level, strategic utilization level, and optimizer level. As a result of a pilot application to a S company among oil and chemical industry organizations in Ulsan, all factors were found to be in the beginning level. A cluster analysis of the human dimension with the k-means algorithm showed that the second group showed a significant decrease in job adaptability and readiness for change. The DM model of this study is useful for understanding DT from a comprehensive perspective and will help to understand the current (as-is) level and the direction forward. It will be effectively used to provide the present position and future direction to the organization promoting DT and the discussion of limitations is believed to contribute to the expansion of relevant research.

Key Words: Digital Transformation(DT), Maturity Model, Digital Maturity Model, Level Diagnosis, Oil and Chemical Industry

.....

Submission Date: 11. 18. 2020

Revised Date: (1st: 12. 18. 2020)

Accepted Date: 01. 04. 2021

Copyright 2011 THE KOREAN ACADEMIC SOCIETY OF BUSINESS ADMINISTRATION

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

전 산업에 걸쳐 디지털 트랜스포메이션이 본격적으로 시행되고 있는 가운데 변화의 바람은 전통적으로 굴뚝산업인 석유화학산업 조직에게도 영향을 미치고 있다. 디지털 트랜스포메이션은 사물인터넷, 빅 데이터, 인공지능, 로봇, 클라우드와 같은 디지털 기술을 활용하여 기존 사업모델의 변화를 촉진하거나 새로운 사업을 발굴하는 활동으로써, 현재 많은 조직들이 디지털 기술을 활용하여 새로운 사업모델을 창출하고 경쟁우위를 확보하려고 준비하고 있다 (Gimpel, Hosseini, Huber, Probst, Roglinger, and Faisst, 2018; Iansiti and Lakhani, 2017; Ismail, Khater, and Zaki, 2018; Ross, Sebastian, and Beath, 2017). 최근 석유·가스 산업도 자본 및 운영비용, 보건 및 환경 위험, 프로젝트 수명주기 변동성을 최소화하면서 운영생산성, 효율성, 안전성을 높이기 위해 다양한 디지털 기술을 고려하고 있다 (Wanasinghe, Wroblewski, Petersen, Gosine, James, De Silva, Mann, and Warriar, 2020). 지난 2년간 많은 대형 석유·가스 산업 조직들이 블록체인 기술에 공을 들인 이유는 관리수준, 효율성, 데이터 보안 등을 획기적으로 개선할 수 있기 때문이었다 (Lu, Huang, Azimi, and Guo, 2019). 세계경제포럼은 석유화학 조직의 94%가 디지털 트랜스포메이션을 통해 변화를 도모할 것이라고 했으며 관련조직의 87%는 이러한 변화에 대응하지 못하면 경쟁력을 상실할 것으로 전망했다 (World Economic Forum, 2017). 또한 BP 에너지는 향후 20년간 석유수요가 계속 증가해 석유공급에 큰 격차가 벌어질 것이며, 수요를 충족시키기 위해서는 디지털 혁신을 통해 생산체인을 개선해야 한다고 강조했다. 하

지만 국제에너지기구(IEA)와 McKinsey는 석유수요 증가율이 2025년을 기점으로 둔화될 것으로 보고 있으며, 에너지 소비는 2050년까지 50% 증가할 것으로 예상하고 있다 (Daneeva, Glebova, Daneev, and Zvonova, 2020; Nguyen, Gosine, and Warriar, 2020). 이러한 환경 불확실성에서 국내 석유화학 산업 조직들도 새로운 경쟁력과 혁신을 위해 디지털 트랜스포메이션을 구축하고 이를 전사차원으로 확대해 나가려고 노력하고 있다. 예를 들어 국내 H회사는 안전관리에 스마트팩토리 기술을 도입하려고 준비하고 있으며, S회사는 밀폐공간에서 발생하는 안전사고를 방지하기 위해 산업현장 사회 안정망을 구축하고 있다. 뿐만 아니라 또 다른 H회사는 업계 최초로 빅 데이터를 활용한 포탈시스템을 구축하였다 (Park, 2020b). 하지만 디지털 트랜스포메이션과 관련된 기술은 디지털 기술사용뿐만 아니라 전략, 사업모델, 비즈니스 프로세스, 조직구조, 문화에도 영향을 미치기 때문에 조직전체에 변화가 촉진되어야 한다 (Gimpel, Hosseini, Huber, Probst, Roglinger, and Faisst, 2018; Mahraz, Benabbou, and Berrado, 2019).

한편 Deloitte(2017)는 석유화학산업의 디지털 트랜스포메이션 준비에 관한 보고서에서 점점 복잡해져가는 비즈니스 과제와 운영과제를 해결하려면 디지털 성숙도(digital maturity)를 높여야 한다고 하였다. 디지털 성숙도는 조직이 디지털 변화에 일관되게 적응하기 위해 체계적으로 준비하는 정도를 나타낸다 (Salviotti, Gaur, and Pennarola, 2019). 관련 연구들은 주로 Industry 4.0 성숙도 모형을 기반으로 디지털 성숙도를 평가하고 있으며 (Akdil, Ustundag, and Cevikcan, 2018; Schumacher, Erol, and Sihn, 2016), 디지털 성숙도가 높은 조직은 전략에서부터 인적자원 활용에 이르기까지 전

부문에서 효과성이 높은 것으로 나타나고 있다(Kane, Palmer, Phillips, Kiron, and Buckley, 2017). 현재 디지털 트랜스포메이션에 관한 연구는 초기 단계에 있으며 실증연구보다 이론적인 개념연구들이 대부분이다. 또한 성숙도에 관한 선행연구들도 대다수 Industry 4.0 연구들로서 디지털 성숙도를 다룬 연구들은 매우 미흡한 실정이다. 이러한 가운데 국내 석유화학산업 조직을 대상으로 디지털 트랜스포메이션과 디지털 성숙도를 조사한 연구는 턱없이 부족하다. Kim(2019)은 사례기반의 여수 국가산업단지를 중심으로 석유화학단지 디지털 트랜스포메이션 표준화 모형을 개발하여 이를 검증하였다. 유사한 맥락에서 Kim(2020)은 울산지역의 S회사를 중심으로 스마트팩토리를 통한 디지털화 수준을 조사하였다. 그에 따르면 해당조직은 디지털 트랜스포메이션에 대한 개념이해도가 낮으며, 기본적인 진단조차 제대로 되어 있지 않은 상태에서 디지털 솔루션을 진행하고 있는 것으로 밝혀졌다. 이러한 연구들은 디지털화의 개념적인 틀을 제시한 점에서는 기여도가 높다고 할 수 있으나, 구체적인 지표를 이용하여 디지털 성숙도를 평가하는 부분에서는 체계적인 노력이 미흡했다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 디지털 트랜스포메이션을 위한 디지털 성숙도 모형을 개발하고 국내 석유화학산업의 한 조직에 적용하여 디지털화를 진단하고자 한다. 구체적으로 본 연구의 연구목적은 첫째, Industry 4.0 기반의 디지털 트랜스포메이션 연구를 참조하여 디지털 성숙도를 평가하는 척도를 개발하고자 한다. 디지털 성숙도 모형은 디지털 트랜스포메이션을 성공적으로 관리하기 위한 전초단계로서 많은 관련 조직들에게 깊이 있는 이해를 돕기 위한 기초지식으로 활용될 것이다. 둘째, 석유화학산업의 한 조직에 적용하여 디지털 성숙도를 진단하고 디지털 트랜스

포메이션의 준비성을 알아보려 한다. 본 연구는 이러한 과정을 통해 디지털 트랜스포메이션 활동이 현재 어디까지 와 있으며, 조직자원의 우선순위결정과 이들을 어떻게 다루어야 하는지에 대한 통찰력을 제공할 것이다. 셋째, 본 연구는 디지털 성숙도 모형의 장점과 단점을 토대로 개선점을 제시하고 향후 연구에 공헌할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 본 연구의 이러한 연구목적들은 많은 조직들에게 디지털 트랜스포메이션을 체계적으로 계획하고 보다 전략적으로 디지털 혁신을 이루도록 지원할 것이다.

II. 문헌고찰

2.1 디지털 트랜스포메이션

디지털 트랜스포메이션(digital transformation: 이하 DT)은 최근 학계와 실무에서 큰 관심을 받고 있지만, 정의에서는 연구자들의 관심이 조금씩 달라 일치된 의견이 부족한 편이다(Morakanyane, Grace, and O'Reilly, 2017; Osmundsen, Iden, and Bygstad, 2018). 예를 들어 연구자들은 DT를 전략(Bharadwaj, El Sawy, Pavlou, and Venkatraman, 2013; Kane, Palmer, Phillips, Kiron, and Buckley, 2015), 프로세스(Berman and Marshall, 2014; Hansen, Kraemmergaard, and Mathiassen, 2011; Vial, 2019), 사업모델로 보고 있다(Henriette, Feki, and Boughzala, 2016). 전략에 초점을 둔 연구들은 DT를 전환 이후의 운영과 디지털 기술 통합으로 발생하는 통제에서 조직을 지원하는 청사진으로 이해하고 있으며(Matt, Hess, and Benlian, 2015), 기술에 관한 연구들은 디지털 기술의 장점을

강조하고 비즈니스를 획기적으로 개선하는데 초점을 두고 있다(Fitzgerald, Kruschwitz, Bonnet, and Welch, 2014). 물론 DT와 관련하여 조직 내 모든 기술이 반드시 꼭 디지털이어야 하는 것은 아니다. 지게차나 컨베이어와 같이 디지털 기술이 아닌 요소도 위치 및 속도와 관련하여 추적 가능한 신기술을 장착한다면 얼마든지 DT의 요소가 될 수 있다(Mathauer and Hofmann, 2019). 또한 디지털 기술이 DT의 핵심일지라도 DT는 비즈니스 전체에 영향을 미쳐 혁신을 일으키고, 디지털 기회로 경쟁력을 획득하는 전체적인(holistic) 접근방식이기 때문에, 아날로그에서 디지털 데이터로 전환하는 digitization 혹은 디지털 기술을 프로세스 개선에 활용하는 digitalization과는 확연하게 다르다. 즉 DT는 단일 기술에 관한 것이 아니라 정보, 컴퓨팅, 통신, 연결기술의 결합에 기초한 최첨단 기술융합의 중대한 변화이다(Bharadwaj, El Sawy, Pavlou, and Venkatraman, 2013; EC, 2018; Maltaverne, 2017). 그럼에도 일부 실무자는 ERP와 같은 기술 구현을 DT 과정으로 여기는가하면 DT를 새로운 혁신과정으로 보는 실무자도 있다(Wang, Kung, and Byrd, 2016). 또한 연구자들 중에서도 어떤 연구자는 DT를 새로운 사업모델과 전략을 연계하는 것으로 인지하는가 하면 완전히 새롭게 계획하고 실행해야 하는 프로세스로 보는 경우도 있다(Berman and Marshall, 2014). 이처럼 다양한 시각과 관점이 혼재된 상태에서 선행연구들의 DT에 대한 정의를 간략하게 정리하면 <Table 1>과 같다.

한편 DT 도입 초기단계에 있는 조직들은 기존의 강점과 디지털 기술로 얻은 역량으로 큰 문제없이 경쟁력을 유지할 것으로 믿고 있지만 상당수의 조직들은 여전히 전통적인 제품과 서비스로 성과를 달성하고 있다(Sebastian, Ross, Beath, Mocker, Moloney,

and Fonstad, 2017). 여기에 복잡하고 융통성 없는 IT 인프라와 유연하지 못한 조직계층을 가지고 있는 조직들은 DT 수행에 필요한 민첩성과 유연성을 갖추지 못하고 있어 DT 실행에 어려움을 겪고 있다(Horlach, Drews, and Schirmer, 2016). 즉, 많은 조직들이 DT를 통해 혁신을 달성하려고 하지만 대부분의 조직들은 DT의 성격과 영향력에 관해 잘 이해하지 못하고 있으며 실행 가능한 전략을 성공적으로 이행하고 설계하는데도 어려움을 겪고 있다(Bharadwaj, El Sawy, Pavlou, and Venkatraman, 2013; Matt, Hess, and Benlian, 2015). Vital(2019)는 가치창출과 경쟁력을 위한 디지털 기술사용에서 전략적인 조직의 대응을 강조하였으며, Lokuge, Sedera, Grover, and Dongming(2019)은 조직구조, 기술, 문화, 리더십, 구성원 등 다양한 요인들을 종합적으로 검토해야 한다고 하였다. 또한 Fischer, Imgrund, Janiesch, and Winkelmann(2020)에 의하면 DT는 디지털 전략, 민첩성, 디지털 전문지식, IT 혁신, 협업, 개방성 등을 요구한다. 따라서 DT를 토대로 새로운 가치를 효과적으로 창출하기 위해서는 조직 내 구조적인 변화뿐만 아니라 변화를 방해하는 요인들도 빠르게 파악해야 한다. 이러한 관점에서 다양한 성숙도 모형 연구들이 현재의 DT 혹은 Industry 4.0 계획 평가를 다루고 있다. Voß and Pawlowski(2019)는 DT는 기술, 조직, 인적요인과 밀접하게 관련되어 있기 때문에 DT를 위한 조직의 변화준비성(change readiness) 혹은 디지털 준비성(digital readiness)을 파악해야 한다고 하였다. DT를 위한 조직의 준비상태는 현재의 경제, 기술, 규제, 사회적 도전을 받아들여 새로운 성장 기회를 찾고 미래의 발전을 위한 핵심이기 때문이다. 이들은 문헌조사를 통해 DT 준비성을 분석하였으며 그 결과는 성숙도 모형, 360° 다채널 모

〈Table 1〉 디지털 트랜스포메이션 정의

연구자	정의
Stolterman and Fors (2004)	디지털 기술이 인간의 삶 전체에 영향을 미치는 변화
Liu, Chen, and Chou (2011)	디지털 기술과 비즈니스 프로세스를 통합하는 조직전환
Fitzgerald, Kruschwitz, Bonnet, and Welch (2014)	소셜미디어, 모바일, 분석과 같은 디지털 기술을 사용하여 고객경험향상, 운영 간소화, 새로운 사업모델 창출과 같은 주요 비즈니스 개선을 가능하게 하는 것
Hess, Matt, Benlian, and Wiesböck (2016)	디지털 기술이 조직의 사업모델에 변화를 주어 제품과 조직구조가 변경되거나 프로세스가 자동화되는 것
Goerzig and Bauernhansl (2018)	디지털 기술 기반 경쟁우위로 발생된 조직의 근본적인 변화과정
Vial (2019)	정보, 컴퓨팅, 통신, 연결기술의 결합을 기초로 조직에 유의미한 변화를 발생시켜 조직개선을 목표로 하는 프로세스

형, 전환모형, 개념매트릭스, 핵심의사결정, 준비성모형, DT프레임워크, Industry 4.0 준비성 등 다양하게 나타났다. 또한 분석에 사용된 관련 연구들의 초점은 주로 조직, 기술/인프라, 전략, 관리, 구성원, 문화 측면에서 평가되었다. Westerman, Tannou, Ferraris, and McAfee(2012)는 DT를 본격적으로 구현하기 전에 먼저 디지털 성숙도를 토대로 조직을 분석해야 한다고 제안했다. 왜냐하면 DT의 첫걸음인 디지털 성숙도에 따라 DT의 발전과정이 달라지기 때문이다.

2.2 디지털 성숙도

정보시스템과 소프트웨어 개발 분야에서 활발하게 사용되어 온 성숙도 모형은 최근 디지털 경제와 함께 나타난 디지털 성숙도 모형으로 진화하고 있다. 성숙도(maturity)는 완전하고(complete) 완벽한(perfect) 상태 혹은 준비(ready)가 다 된 상태를 의미하는 것으로, 관리 실무를 통해 적절한 방법으로 환경에 대응하는 조직의 능력을 나타낸다

(Bititci, Garengo, Ates, and Nudurupati, 2015; Lahrman, Marx, Winter, and Wortmann, 2011). 성숙도는 일반적으로 조직의 현재상태를 평가하고 개선이 필요한 부분을 찾아내 우선순위를 정한 다음 시작단계에서 최종단계에 도달할 때까지 바람직한 상태로 발전시켜 나간다(Lahrman, Marx, Winter, and Wortmann, 2011; Remane, Hanelt, Wiesboeck, and Kolbe, 2017). 즉, 최저단계에서 최고단계를 포함하는 진화적 발전(evolutionary progress) 단계를 가지는데, 전자는 특정 분야의 역량이 거의 없는 시작상태를 의미하고 후자는 모든 것을 갖춘 완벽한 상태를 의미한다(Becker, Niehaves, Poepelbuss, and Simons, 2010; Mettler, Rohner, and Winter, 2010). 따라서 최고수준은 최저수준보다 생산성이 높을 뿐만 아니라 예측가능성, 역량, 통제, 효과성, 효율성 등에서 향상된 결과를 가져온다(Lockamy and McCormack, 2004).

한편 디지털화의 맥락에서 디지털 성숙도(digital maturity)는 조직이 디지털 비즈니스 환경에 적응하는 정도(Westerman, Tannou, Ferraris, and

McAfee, 2012), 또는 디지털 준비성(digital readiness) 혹은 조직의 DT 상태(Chanias and Hess, 2016)를 뜻한다. 디지털 성숙도 역시 조직 프로세스, 인적 및 기타 자원을 디지털 프로세스로 통합하고 구현하는 점진적인 과정으로써 조직의 현재 DT 상태를 반영한다. 즉, DT 과정에서 이미 달성한 것은 무엇이며 디지털 환경에서 경쟁력을 유지하기 위해 조직이 어떻게 체계적으로 준비해야 하는지를 설명한다(Chanias and Hess, 2016; Kane, Palmer, Phillips, Kiron, and Buckley, 2017). 예를 들어 기술측면은 디지털 기술로 과업을 수행하고 정보를 다루는 정도를 살펴보면, 관리측면은 제품, 서비스, 프로세스, 스킬, 문화, 능력에서 이미 이룩한 것은 무엇인지를 살펴본다. 따라서 성공적인 DT와 관련해 최고수준의 디지털 성숙도를 달성하기 위해서는 강력한 디지털 기반준비와 그러한 기반을 어떻게 활용할 것인가를 분명하게 이해해야 한다(Chanias and Hess, 2016; Shahiduzzaman, Kowalkiewicz,

Barrett and McNaughton, 2017). 이러한 관점에서 Westerman, Tannou, Ferraris, and McAfee (2012)는 <Table 2>와 같이 디지털 강도와 전환관리 강도에 따라 4가지 조직유형의 디지털 성숙도를 제시하였다. 첫째, 제1수준은 디지털 강도와 전환관리가 모두 낮은 조직(digital beginner)이다. ERP나 전자상거래와 같은 응용프로그램으로 성숙한 조직이지만 첨단 디지털 역량으로는 일하지 않는 조직들이다. 때문에 새로운 기회를 알지 못하거나 효과적인 전환관리를 하지 않고 소규모 투자로 시작한다. 둘째, 제2수준은 디지털 강도는 낮고 전환관리는 높은 조직(digital conservatives)이다. 이들은 신중하게 혁신을 추구하며 투자관리를 위해 강력한 통합 비전, 지배구조, 문화의 필요성은 이해하지만 새로운 디지털 가치에 대해서는 회의적이다. 셋째, 제3수준은 디지털 강도는 높지만 전환관리는 낮은 조직(digital fashionista)이다. 여기에 속한 조직들은 디지털 응용프로그램을 상당수 구현한 조직들이지만

<Table 2> 4가지 조직유형의 디지털 성숙도*

		제3수준 조직(Fashionistas)	제4수준 조직(digiratis)
(고) 디지털 강도		<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 디지털 기술이 부서에 많음 • 포괄적인 비전은 없음 • 미숙한 조정 • 디지털 문화가 부서에 존재 	<ul style="list-style-type: none"> • 매우 포괄적인 디지털 비전 설정 • 좋은 거버넌스 • 측정 가능한 방식에서 비즈니스 가치를 창출하는 선도적 디지털 계획 • 강한 디지털 문화 정착
		제1수준 조직(beginners)	제2수준 조직(conservatives)
(저)		<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 디지털 기술의 비즈니스 가치에 대한 회의적인 경영진 • 일부 실험 수행 • 미성숙한 디지털 문화 	<ul style="list-style-type: none"> • 포괄적인 디지털 비전이 있지만 개발되지는 않음 • 기존 디지털 역량을 통해 첨단 디지털 기술이 성숙될 가능성 적음 • 개별부서를 위한 디지털 거버넌스 • 디지털 기술과 문화를 구축하기 위한 암묵적인 활동 단계
		(저)	(고)

(저) 전환관리강도 (고)

*Westerman, Tannou, Ferraris, and McAfee(2012), Cichosz, Wallenburg, Knemeyer(2020) 참조하여 재정리

가치를 창출한 조직은 소수이며 일부 부서에서 디지털 효과가 높더라도 조직수준의 거버넌스는 부족한 상태이다. 넷째, 제4수준은 디지털 강도와 전환관리가 모두 높은 조직(digirati)이다. DT를 통해 진정으로 가치를 창출하는 방법을 이해하는 조직들이 여기에 속하며, 새로운 기회에 대한 충분한 투자와 함께 변혁적인 비전, 신중한 거버넌스, 참여를 결합시킨다. 즉, 비전과 참여를 통해 더 큰 변화를 꿈꾸고 디지털 문화를 발전시키며, 선도적 디지털 계획의 투자는 물론 디지털 경쟁력을 지속적으로 발전시킨다. Kane, Palmer, Phillips, Kiron, and Buckley (2017)은 디지털 성숙도가 높은 조직은 그렇지 않은 조직과 비교해볼 때 전략실행, 구조, 문화, 인적 차원에서 차이가 발생한다고 하였다. 예를 들어 디지털 성숙도가 높은 조직은 DT를 사업전략의 핵심으로 간주하고 변화관리의 걸림돌인 구조 및 관행을 타파하며, 부서이기주의(silo) 철폐와 부서 간 협력을 장려하고 직원들의 학습기회 제공과 위험을 감수하면서도 다양한 시도를 독려하는 DT 문화를 정착시킨다.

Fletcher and Griffiths(2020)는 디지털 성숙도가 높은 조직은 조직전체를 통합하고 인적프로세스와 소통은 물론 하드웨어와 소프트웨어 선택까지 영향을 미친다고 하였다. 성숙도 모형은 목적에 따라 현재의 상태(as-is)나 변화과정을 설명하는 기술관점(descriptive), 바람직한 미래상태를 규명하고 도달하는 방법을 설명하는 처방관점(prescriptive), 내부 및 외부 벤치마킹 수단인 비교관점(comparative)으로 분류된다. 이러한 기능들은 현재상태를 파악하여 발전적인 행동을 제안하며 인식과 실천의 격차(knowing-doing gap)를 줄이는데 활용될 뿐만 아니라 조직 내부적으로 자체진단을 위한 도구로 쓰일 수 있다(Yoon, 2016; Klötzer and Pflaum, 2017).

물론 성숙도 모형은 이론적 근거와 경험적 증거가 충분하지 못해 보편적인 이론으로 적용하기에는 아직 많은 단점을 가지고 있다(Carvalho, Rocha, Wetering, and Abreu, 2019; Mettler and Blondiau, 2012). 하지만 상기의 내용을 종합해 볼 때, 디지털 성숙도는 조직의 디지털화를 측정하고 평가하기 위한 유용한 도구로써, DT 상태를 측정하고 미래의 바람직한 결과를 완성하는데 많은 도움을 줄 것이다.

2.3 디지털 성숙도 평가

성숙도 모형 평가에는 많은 요인들이 포함되는데 관련 연구들은 대부분 연구자의 관심에 따라 4단계~6단계, 3요인~9요인까지 다양한 단계와 요인을 제시하고 있다. 서로 다른 단계와 요인이 소개됨에도 불구하고 보편적인 단계는 미인지(unaware)단계를 시작으로 개념적(conceptual)단계, 정의(defined)단계, 통합(integrated)단계, 전환(transformed)단계로 발전해 나간다. 그리고 요인은 대개 전략, 리더십, 제품, 운영, 문화, 인적, 거버넌스, 기술 등을 다루고 있다(Leipzig, Gamp, Manz, Schöttle, Ohlhausen, Oosthuizen, Palm, and Leipzig, 2017). 최근 이러한 성숙도 모형을 참조하여 상당수의 DT 관련 연구들은 디지털 성숙도를 측정하기 위해 다양한 단계와 요인을 조사하고 있다. 구체적으로 살펴보면 Industry 4.0 관련 연구들은 IMPULS-industrie 4.0 준비성 모형(Lichtblau, Stich, Bertenrath, Blum, Bleider, Millack, Schmitt, Schmitz, and Schröter, 2015), Industry 4.0 성숙도 모형(Schumacher, Erol, and Sihn, 2016), I4.0 성숙도 평가 프레임워크(Scremin, Armellini, Brun, Solar-Pelletier, and Beaudry, 2018) 등

을 토대로 성숙도 단계와 하위요인을 개발하고 있다. Akdil, Ustundag, and Cevikcan(2018)은 앞서 전술한 예시를 토대로 4단계의 3요인, 예를 들어 스마트 제품 및 서비스, 스마트 비즈니스 프로세스, 전략 및 조직 등을 제시하고 있다. 또한 Schumacher, Nemeth, and Sihn(2019)는 전체적인(holistic) 관점에서 10단계의 절차를 통해 8요인의 성숙도 평가를 제시하고 있으며, 여기에는 기술, 제품, 고객 및 파트너, 가치창출 프로세스, 데이터 및 정보, 사내표준, 구성원, 전략 및 리더십이 포함된다. Industry 4.0 성숙도 모형은 제조뿐만 아니라 물류분야에도 적용되고 있다. Facchini, Olesków-Szlapka, Ranieri, and Urbinati(2020)은 물류부분의 성숙도 모형을 측정하기 위해 구매물류, 생산물류, 유통물류, 판매 후 물류 부분에 각각 5단계를 제시하고 있다.

한편 절차적 단계 없이 요인만 제시하는 연구들도 있다. Anderson and Ross(2016)와 EL Sawy, Kræmmergaard, Amsinck and Vinther(2016)는 사례연구를 중심으로 성공요인을 파악하여 디지털 리더들이 조직을 한 번에 전환하지 않고 변화하는 환경에 맞춰 지속적으로 조정해나간다는 사실을 밝혀냈다. Gimpel and Rölinger(2017)는 고객요구 변화와 디지털 기술 적용으로 조직이 변화해야 할 부분을 사업모델, 프로세스, 인적, 응용시스템, 데이터, 인프라로 제시하고 있다. Rossmann(2018)은 전략, 리더십, 시장, 운영, 인적/전문지식, 문화, 거버넌스, 기술 등 8가지 요인을 제시하여 성숙한 디지털 조직을 설명하고 있다. 예를 들면 전략적 역량을 디지털 전략 실행, 소통, 기존 비즈니스에 미치는 영향력, 평가 여부 등으로 살펴보고 있다. Berghaus and Back(2016)은 조직관점에서 DT를 검토하고 고객경험, 제품혁신, 전략, 조직, 프로세스 디지털화, 협업, 기술, 문화 및 전문지식, 전환관리 등 9가지 단

일요인과 25개의 진단항목을 제시하였다. Tadeu, Duarte, Taurion, and Jamil(2019)는 디지털 전략, 디지털 기술, 분석과 예측능력, 고객관계, 네트워크 관계, 조직구조 및 디지털 프로세스, 인적 및 문화, 리스크 및 투자, 법적 및 윤리 문제, 신규 디지털 사업모델 등을 제안하고 있다. 선행연구들을 토대로 디지털 성숙도 평가요인을 정리하면 <Table 3>과 같다.

이상 전술한 내용을 요약하면 첫째, 관련 연구들은 디지털 성숙도를 디지털화의 준비성 평가, 현재 상태 측정, 개선점 보완, 절차단계를 통한 발전, 성공적인 DT를 위한 스킬 혹은 역량으로 살펴보고 있다(Williams, Schallmo, Lang, and Boardman, 2019). 둘째, 선행연구들의 공헌에도 불구하고 경험적 근거와 방법론에 있어 DT분야는 여전히 세부 사항이 부족하며 다양한 조직에 적용할 수 있는 통합된 관점이 미흡하다(Berger, Bitzer, Häckel, and Voit, 2020). 셋째, 대부분의 연구들이 DT와 관련된 조직의 선형 진화 경로를 가정하고 있지만, 기업 규모, 사업모델, 산업 등 다양한 조직특성을 고려하면 선형관계가 최적의 답은 아닐 수 있다(Remane, Hanelt, Wiesboeck, and Kolbe, 2017).

따라서 선행연구들이 제시한 모형 중에서 어떤 하나의 모형을 선택하는 것이 매우 어려운 상황에서, 본 연구는 첫째, DT 초기 단계에 머물러 있는 석유화학산업 조직을 감안해 현재상태(as-is)를 설명하는 기술관점(descriptive)에 초점을 두고자 한다. 그 이유는 성숙도 모형에서 기술관점은 조사대상 기관의 현재 능력을 평가하여 원하는 목표상태로의 잠재적 개발경로를 제공하고 모형에 포함될 요인들을 개발할 때 적용하는 관점이기 때문이다(Becker, Knackstedt, and Pöppelbuß, 2009; Berghaus and Back, 2016). 게다가 DT의 진화경로가 비선

〈Table 3〉 디지털 성숙도 평가요인

연구자	단계/차원	요인
Berghaus and Back (2016)	없음/8	기술, 전략, 조직, 문화, 고객경험, 제품혁신, 프로세스, 협업, 전환 관리
Carolis, Macchi, Negri, and Terzi(2017)	5/4	기술, 조직, 프로세스, 모니터링, 통제
Akdil, Ustundag, and Cevikcan(2018)	4/3	전략 및 조직, 제품 및 서비스, 비즈니스 프로세스
Colli, Madsen, Berger, Møller, Wæhrens, and Bockholt(2018)	6/5	기술, 연결성, 거버넌스, 가치창출, 역량
Rossmann(2018)	없음/8	기술, 전략, 인적, 문화, 리더십, 시장, 운영, 거버넌스
Tadeu, Duarte, Taurion, and Jamil(2019)	없음/10	기술, 전략, 인적 및 문화, 분석과 예측능력, 고객관계, 네트워크 관계, 조직구조 및 프로세스, 리스크 및 투자, 법률 및 윤리문제, 신규 디지털 사업모델
Schumacher, Nemeth, and Sihm(2019)	10/8	기술, 전략 및 리더십, 인적, 데이터 및 정보, 사내표준, 제품, 고객 및 파트너, 가치창출 프로세스,

형적일 뿐만 아니라 최고 성숙단계에 있는 조직이 경쟁조직보다 실제로 더 나은 성과를 거둘지의 여부가 불투명하기 때문에 성숙도 모형의 처방관점(prescriptive)은 적절하지 않을 수 있다(Mullaly, 2014). 처방관점은 원하는 성숙단계에 도달하는데 필요한 행동방침이나 개선지침을 제시하는 경우에 적용하기 때문이다(Maier, Moultrie, and Clarkson, 2009).

둘째, 본 연구는 〈Table 3〉을 기반으로 디지털 성숙도에 관한 선행연구들이 공통적으로 가장 많이 제시하는 기술, 전략, 인적, 문화를 디지털 성숙도를 평가하는 요인으로 구성하고자 한다. 셋째, 〈Table 3〉을 보면 연구자들마다 서로 다른 단계를 제시하고 있는데, Yoon(2016)에 따르면 성숙단계의 결정은 이론적인 근거나 합의가 존재하지 않으며 연구자들이 임의로 설정하는 경우가 일반적이다. 너무 적은 단계는 구체적인 진단을 하지 못해 대안을 제시하기

어렵고 지나치게 많은 단계는 각 단계를 정의하고 차별화된 지표를 개발하기 어렵다. 여기에 측정문항으로 실제 디지털 성숙도를 평가한 국내연구는 거의 전무하다. 따라서 본 연구는 측정문항을 토대로 빅데이터 정책 성숙단계를 살펴본 Yoon(2016)의 연구를 참조하여 종합적인 디지털 성숙도 단계를 살펴보고자 한다.

2.3.1 디지털 성숙도 평가요인 설정

본 연구는 디지털 성숙도를 진단하기 위해 기술, 전략, 인적, 문화를 평가요인으로 두고자 한다. 첫째, 기술부분이다. 최근 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터, 지능형 센서, 클라우드와 같은 새로운 기술들은 조직의 운영방식과 경쟁방식을 근본적으로 변화시키고 있다(Galliers and Sutherland, 1991; Tilson, Lyytinen, and Sørensen, 2010). 조직

은 기존의 기술과 나란히 새로운 디지털 역량과 응용 프로그램을 지속적으로 개발하고 구현해야 하며, 디지털 경쟁력을 유지하기 위해서는 기술발전이 기반한 디지털 플랫폼과 인프라를 주기적으로 갱신해야 한다(Hanseth and Lyytinen, 2010; Nambisan, Lyytinen, Majchrzak, and Song, 2017; Yoo, Henfridsson, and Lyytinen, 2010). 아마존, 유니레버, P&G와 같은 조직들은 각자의 가치사슬에서 제품 및 서비스 활동에 대한 DT를 가능하게 하는 IT역량을 구축해 왔으며(Galante, Moret, and Said, 2013), 그러한 IT역량은 비즈니스 프로세스를 재설계하고 제품 및 서비스를 디지털로 전환되게 만들었다. 하지만 조직들이 DT를 달성하기 위해 기존의 IT역량을 활용해야 한다는 점은 잘 알지만 지식장벽(knowledge barriers)과 사회심리장벽(socio-psychological barriers)으로 인해 새롭고 복잡한 기술을 구현하는 것은 말처럼 쉽지가 않다(Attewell, 1992; Orlikowski, 1992). 또한 기존의 기술 인프라의 관성 때문에 새로운 기술로 변경하는 문제와 이 디지털 기술을 실무에 통합하는 것 역시 어렵고 장기적인 과정을 요구한다(Öbrand, Augustsson, Mathiassen, and Holmström, 2019; Rolland, Mathiassen, and Rai, 2018).

둘째, 전략부분이다. 아마존과 같이 태생적으로 디지털 조직이 아닌 많은 전통적인 조직들은 디지털 기술을 채택함에 따라 조직, 사업모델, 프로세스 전반에 걸쳐 변화를 도모해야 한다(Bharadwaj, El Sawy, Pavlou, and Venkatraman, 2013). 전략은 조직특성, 이슈, 특정 디지털 기술 기반 목표를 포괄하는 광범위한 계획으로써, 전통적인 조직들에게 DT 노력을 조정하게 하고 우선순위를 지정하며 장기적인 목표아래 바람직한 DT를 달성하도록 이끈다(Kane, Palmer, Phillips, Kiron, and Buckley,

2015; Matt, Hess, and Benlian, 2015). 하지만 디지털 전략개발과 실현에 관한 지식과 노하우는 여전히 부족한 상태이며 디지털 전략의 부재는 DT 구현을 성공적으로 이끌지 못하게 하는 핵심 원인 중의 하나로 밝혀지고 있다.

셋째, 인적부분이다. 변화와 혁신의 중심에는 항상 사람이 있다. 많은 DT 관련 연구들은 민첩한 구성원들의 적극적인 동참과 변화에 대한 저항을 줄이는 것이 성공의 핵심이라고 강조한다(Dyk and Belle, 2019; Lederer, Schmidt, and Popova, 2019). 즉 구성원들이 DT의 변화를 수용하고 각자의 분야에서 새로운 기술을 사용하면서 추진과정에 적극적으로 동참할 때 변화의 저항이 줄어들고 조직에 대한 몰입이 증가한다(Nguyen, Broekhuizen, Dong, and Verhoef, 2019). Ertl, Soto Setzke, Böhm, and Krcmar(2020)는 구성원들이 과거의 방식으로 현실에 안주하고 변화를 거부하는 원인을 사회-인지적 관성(social-cognitive inertia) 관점에서 설명하고 있다. 특히 혁신의 초기 단계에서 구성원들의 변화저항이 가장 빈번하게 발생하는 것으로 나타나고 있다(Vogelsang, Liere-Netheler, Packmohr, and Hoppe, 2019).

넷째, 조직문화부분이다. 사람 못지않게 중요한 요인으로 언급되는 부분이 바로 문화이다. DT를 전사적으로 추진하는 것은 생각만큼 간단하지 않기에 DT 관련 연구에서 문화는 성공요인이자 장애요인으로 언급되고 있다(Horváth and Szabó, 2019; Vogelsang, Liere-Netheler, Packmohr, and Hoppe, 2019). 성공적인 DT를 위해 비즈니스와 IT 전략이 함께 번창 할 수 있는 문화를 정착시켜야 하는 이유는 DT 과정과 결과에 영향을 미치는 요인이 바로 조직문화이기 때문이다(Haffke, Kalgovas, and Benlian, 2017; Mueller and Renken,

2017). Hartl and Hess(2017)에 따르면 변화에 대한 개방성을 중요하게 여기는 조직은 DT 성공에 필수적인 변화지향적 사고방식을 수용, 구현, 촉진, 확립하려는 의지를 키운다. 또한 혁신성, 학습의지, 실패에 대한 관용, 위험감수, 기업가적 사고방식과 같은 조직가치와 신뢰, 참여, 협력, 소통 등을 강조한다.

2.4 S회사 디지털 트랜스포메이션 추진 사례

2.4.1 디지털 트랜스포메이션 도입현황

S회사는 플라스틱 원료와 바이오 디젤을 생산하는 대표적인 석유화학회사로 울산공장을 제조업 거점으로 두고 있다. 2019년에 DT 도입을 추진하여 올해부터 전사차원으로 확대 적용시키고 있다. 최적화된 공정운영 체계 구축, 설비신뢰도 향상 및 비용절감, 중대사고 예방 및 비상대응 능력 강화에 초점을 두고 스마트기업으로의 도약을 준비하고 있는 중이다 (Park, 2020a). 이에 외부기관의 자문을 통해 생산, 설비, 품질, 물류, 에너지 부분에서 데이터 정보화와 프로세스 운영부분의 진단을 받았다. 진단결과 DT(5단계기준)의 정보화수준은 평균 3.0수준 대비 2.5단계로 나타나 시작단계이며, 프로세스 운영수준은 3.5단계로 중간단계이다. S회사 울산공장은 2020년~21년을 정보화 보완기간, 2021년~22년을 자동화 완성기간, 2022년~23년을 지능화 구축기간으로 정해 2023년까지 추진전략 로드맵을 설정한 상태이다. 구체적으로 정보화 보완 전략은 기준정보/프로세스 표준화, 현장 데이터 디지털화, 시스템 기반 업무를 목표로 설정하였으며, 자동화 완성 전략은 업무처리 자동화, 공정 자동제어 확대, 시스템 간 연계를 목표로 설정하였다. 마지막으로 지능화 구축 전략은 실시간 운전 최적화, 품질예측 및 추적,

예지정비/UT 밸런스 최적화를 목표로 설정하였다. 이를 토대로 생산 분야는 2023년까지 기준정보표준화, 생산포탈구축, 실시간 최적화, 현장 업무 정보화를 실행할 계획이다(Kim, 2020).

DT를 위한 디지털 기술사용 부분에서 S회사 울산공장은 생산 효율을 높이는 공정최적제어(advanced process control: APC)를 최소 단위 공정에 적용하여 시험하였으며, 그 결과 공정예측제어 실현이 가능하고 자동운전과 공정이 안정화 되어 오퍼레이터 공정제어 업무가 50% 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 또한 현재는 ERP를 사용하고 있지만 생산현황분석, 품질연관분석, 공정작업 모니터링을 통한 통합생산관리 기능이 부족하여 MES(manufacturing execution system)을 결합한 생산포탈 구축을 추진 중이다. 특히 석유화학산업 특성 상 에너지를 많이 사용하고 있기 때문에 공장의 전력, 가스, 기름, 열 등 다양한 에너지자원의 효율적인 관리를 위해 통합프로그램으로 실시간 모니터링 및 분석이 가능한 에너지관리시스템(factory energy management system: FEMS)을 구축할 예정이다(Kim, 2020). 여기에 밀폐공간에서 발생하는 안전사고를 미연에 방지할 수 있는 최신 시스템을 개발하여 본격적으로 적용할 예정이다. 밀폐된 작업장에 사물인터넷(IoT)을 기반으로 한 무인가스 감지 센서를 설치하여 밀폐공간에서 작업하는 구성원들을 공간 내 남아있는 유해 가스로부터 안전하게 보호하기 위함이다(Park, 2020b). DT를 위한 이러한 노력에도 불구하고 S회사는 구체적이고 다양한 디지털 성숙도는 진단하지 않은 상태이다.

III. 연구방법

3.1 표본선정과 자료수집

본 연구는 DT를 준비하고 있는 울산지역의 석유 화학산업 조직 중 S회사를 대상으로 디지털 성숙도를 살펴보기 위해 설문조사를 수행하였다. 설문조사는 2020년 10월 26일부터 11월 07일까지 2주간에 걸쳐 진행되었으며 7개 팀에 105부가 배부되었다. 불성실한 응답이 없는 가운데 최종 105부의 설문지가 통계분석을 토대로 디지털 성숙도 평가에 사용되었다. 산업의 특수성으로 인해 성별은 모두 남성이며 연령은 20대~30대(55.2%), 40대~50대(44.8%)이다. 직무는 전산(2.9%), 품질(5.7%), 연구소(7.61%), 관리(8.56%), 안전 환경(10.47%), 설비공사(26.66%), 생산(38.1%)이다. 직위는 사원~과장(73.3%), 차장이상(26.7%)로 나타났으며, 근무경력은 10년 미만(50.5%), 10년 이상(49.5%)로 나타났다.

3.2 디지털 성숙도 평가항목과 측정방법

본 연구는 기술, 전략, 인적, 문화를 S회사의 디지털 성숙도를 진단하기 위한 평가요인으로 선정하였으며, 선행연구들에서 내용타당성이 검증된 항목을 토대로 본 연구의 연구목적에 맞게 수정하여 모두 Likert 7점 척도로 측정하였다. 첫째, 기술 준비성은 DT를 지원하기 위한 IT역량으로써 조직 내 기존 IT의 역량정도와 안정성에 초점을 두었다(Sedera, Lokuge, Grover, Sarker, and Sarker, 2016). 본 연구는 IT관련 연구에 사용된 IT인프라 역량, IT 비즈니스 확장역량, 능동적 IT 태도, 외부 IT 연결

성을 기술 준비성으로 구성하였다(Bi, Davison, and Smyrnios, 2019; Nwankpa and Roumani, 2016). 구체적으로 (1) IT 인프라 역량은 컴퓨터, 통신기술, 정보공유, 비즈니스 기회 활용, 환경 및 비즈니스 전략변화에 민첩하게 대응할 수 있는 기술 플랫폼의 능력을 뜻한다. (2) IT 비즈니스 확장역량은 비즈니스 목표와 프로세스를 지원하고 비즈니스 기회를 창출하기 위해 IT 자원을 계획하고 활용하는 능력을 말한다. 명확한 IT 전략비전을 개발하고, 비즈니스와 IT 전략계획을 통합하며, IT 투자가치를 경영진이 이해하는 정도를 반영한다. (3) 능동적 IT 태도는 IT 자원을 활용하여 새로운 기회와 아이디어를 인지하고 혁신적인 방법을 지속적으로 모색하는 능력을 말한다. (4) 외부 IT 연결성은 비즈니스 파트너와 지속적인 IT 기반 연결을 개발하여 시장기회를 감지하고 대응하는 능력을 말한다. 본 연구는 Bi, Davison, and Smyrnios(2019), Lokuge, Sedera, Grover, and Dongming(2019), Nwankpa and Roumani(2016)에서 사용된 문항을 수정하여 IT 인프라역량 5문항, IT 비즈니스 확장역량 5문항, 능동적 IT 태도 4문항, 외부 IT 연결성 3문항으로 구성하였다. 둘째, 전략준비성은 DT를 촉진하기 위해 조직이 수행하는 일련의 관리활동을 뜻하며 이러한 준비는 행동계획을 전달하고 DT를 위한 지침을 제공한다. 본 연구는 전략적 비전, 고객지향, 기업가적 지향을 전략준비성으로 구성하였다. (1) 전략적 비전은 조직의 목적과 목표를 표현하여 기업의 발전을 이끌어내는 능력으로 경영진의 의도가 반영된다. 대내외 비즈니스 환경 분석은 필수이며 향후 5년간 비즈니스 방향과 노선을 구체화하여 현재의 비즈니스 요구가 앞으로 어떻게 변화할 것인지를 이해하게 한다(Bora, Borah, and Chungyalpa, 2017; Yaghoubi, Gholami, and Armesh, 2012). (2) 고객지향은

조직이 고객의 요구를 충족시키고 장기적인 관계를 구축하는데 집중하는 정도를 말한다(Rodriguez, Peterson, and Ajjan, 2015). (3) 기업가적지향은 혁신성, 위험감수, 새로운 행동개척과 관련된 활동을 수행하는 조직능력, 즉 조직의 혁신의지, 경쟁사보다 능동적이고 더 공격적인 행동, 혹은 위험감수에 영향을 미치는 의사결정 과정을 나타낸다(Hernández-Perlines, Ibarra Cisneros, Ribeiro-Soriano, and Mogorrón-Guerrero, 2020). 본 연구는 Lin and Kunnathur(2019), Niemand, Rigtering, Kallmünzer, Kraus, and Maalaoui(2020), Sahi, Gupta, and Cheng(2020)에서 사용된 문항을 수정하여 전략적 비전 5문항, 고객지향 5문항, 기업가적지향 5문항으로 구성하였다. 셋째, 인적준비성은 DT를 준비하는 조직구성원들에 대한 지식기반 강점을 나타낸다. 구성원들은 디지털 혁신을 위한 지식, 기술관리, 업무 및 변화에 대한 적응성을 갖추어야 하며 예측하지 못한 문제에 신속하게 대처해야 한다. 본 연구는 인적준비성을 기술관리능력, 민첩성, 변화준비성으로 구성하였다. (1) 기술관리능력은 디지털 기술을 효과적으로 활용하는 능력을 뜻한다(Byrd and Turner, 2001). (2) 민첩성은 환경 불확실성에 전략적으로 기민하게 대처하는 구성원의 능력을 뜻하며 업무주도성, 업무적응성, 업무회복력이 포함된다(Qin and Nembhard, 2010; Sherehiy, Karwowski, and Layer, 2007). (3) 변화준비성은 변화의 필요성 인지와 조직의 변화노력을 구성원이 지지하는 정도를 나타낸다(Armenakis, Harris, and Mossholder, 1993). 본 연구는 Fink and Neumann(2007), Sherehiy(2008), Sherehiy and Karwowski(2014), Heo and Cheon(2015)에서 사용된 문항을 수정하여 기술관리능력 5문항, 업무주도성 5문항, 업무적응성 5문항, 업무회복력

5문항, 변화준비성 5문항으로 구성하였다. 넷째, 조직문화는 특정 조직이 채택한 일련의 태도와 행동으로 DT를 촉진하는 조직의 핵심가치이자 혁신의 중요한 요소이다(Belias and Koustelios, 2014; Lokuge, Sedera, Grover, and Dongming, 2019). 본 연구는 Shahzad, Xiu, and Shahbaz(2017)에서 사용된 문항을 수정하여 6문항으로 구성하였다. 평가요인과 관련된 세부항목은 <부록>과 같다.

IV. 분석 및 결과

4.1 S회사 디지털 성숙도 진단분석

본 연구는 Yoon(2016)의 연구를 참조하여 S회사의 디지털 성숙도를 진단하기 위해 개별요인들을 점수화하였다. 먼저 디지털 성숙도를 5단계 모형으로 설정하고 인식단계, 시작단계, 투자단계, 전략적 활용단계, 최적화 단계로 분류하였다. 그리고 평가요인의 측정항목을 리커트 7점 척도로 사용하고 있지만, 1단계부터 5단계까지 20, 40, 60, 80, 100의 임의점수를 부여하였다. 다음으로 1~5개의 하위요인으로 구성되어 있는 각 요인의 점수를 합하여 100점 만점으로 환산하였다. 예를 들어 3개 요인의 평균을 100점 만점으로 환산하여 점수를 얻었으며, 각 요인별 점수의 해석은 20이하의 인식단계, 21~40점까지는 시작단계, 41~60점까지는 투자단계, 61~80점까지는 전략적 활용단계, 80~100점까지는 최적화 단계이다. 각 요인별 점수를 합산하여 최종 점수를 합산하는 방식도 동일하게 적용하였다. 디지털 성숙도 모형을 처음으로 개발하여 적용하기 때문에 지표 간 가중치나 각 요인별 가중치는 따로

설정하지 않았다.

분석결과 S회사의 각 요인별 수준 평가는 <Table 4>와 같다. <Table 4>에서 S회사의 종합 진단은 평균 52점으로 투자기에 근접하지만 표본의 수(105)와 가중치 미설정을 감안하면 시작단계에 해당하는 것으로 볼 수 있다. 인적준비성은 DT에 대한 구성원들의 마인드 측면으로서 S회사의 구성원들은 DT의 중요성과 필요성을 크게 인식하고 있는 것으로 볼 수 있으며, 조직문화도 디지털 기반의 문화로 정착되어가는 것으로 보인다. 이러한 결과에 따라 본 연구는 각 하위요인들에 대해 구체적으로 분석하였다.

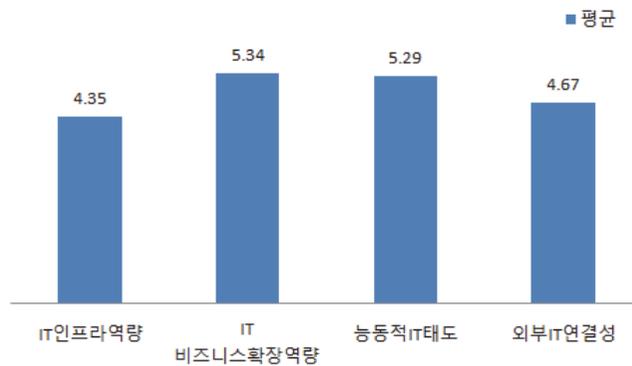
4.1.1 기술 준비성 분석

기술 준비성은 <Figure 1>과 같이 IT 인프라 역량, IT 비즈니스 확장역량, 능동적 IT 태도, 외부 IT 연결성 중에서 IT 비즈니스 확장역량(5.34)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 능동적 IT 태도(5.29), 외부 IT 연결성(4.67), IT 인프라 역량(4.35) 순으로 나타났다.

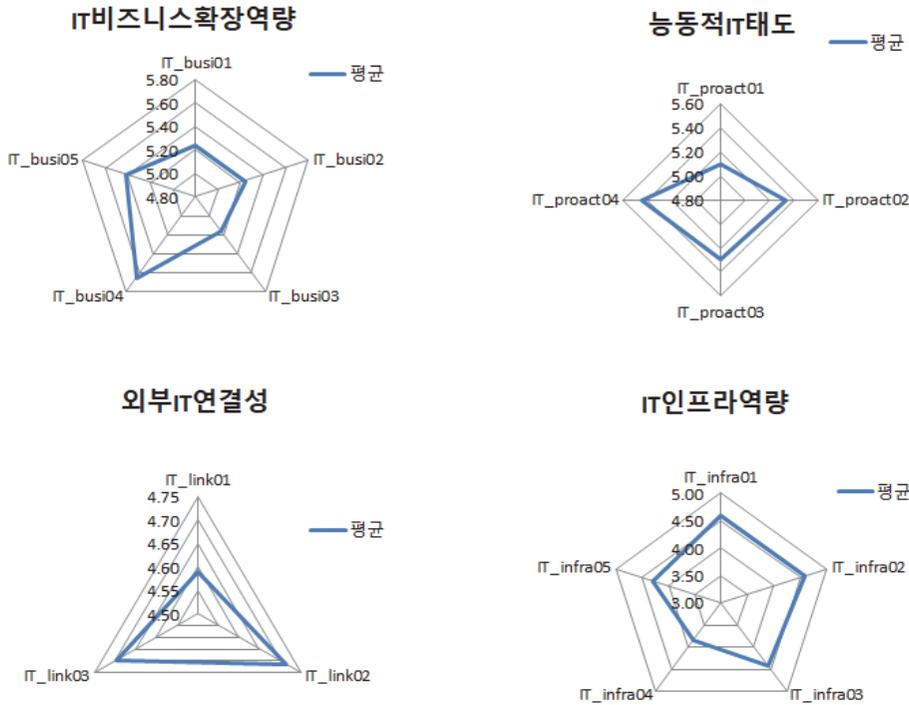
구체적으로 <Figure 2>에서 IT 비즈니스 확장역량은 DT를 위한 IT 계획 프로세스 준비(IT_busi04)와 IT 계획을 추진(IT_busi05)하고 있다는 응답이 높게 나왔다. 능동적 IT 태도에서는 DT에 필요한

<Table 4> 각 요인별 및 종합 수준진단 결과

요인	점수 (100점 만점)	발전단계				
		인식 (20점)	시작 (40점)	투자 (60점)	전략적 활용 (80점)	최적화 (100점)
기술준비성	49.9					
전략준비성	50.1					
인적준비성	55.1					
조직문화	52.5					
종합점수	52					



<Figure 1> 기술 준비성



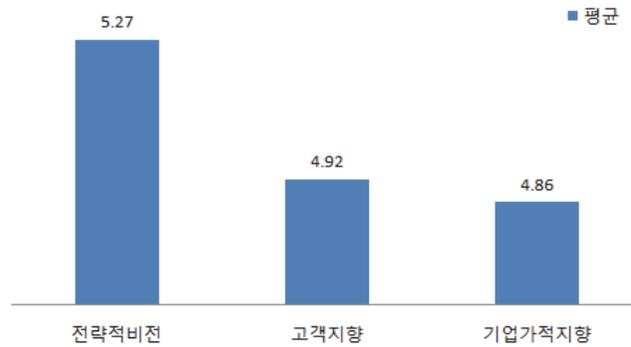
〈Figure 2〉 기술 준비성 세부요인별 진단결과

효과적인 디지털 기술모색(IT_proact04)과 디지털 기술을 테스트(IT_proact02)하고 있다는 응답이 높게 나왔다. 외부 IT 연결성은 공급자와의 연결강화(IT_link02)가 가장 높았다. 반면에 기술 준비성에서 가장 낮은 IT 인프라 역량은 DT를 지원할 기존 IT 인프라(IT_infra03)와 사내 시스템의 혁신성(IT_infra04), 디지털 기술에의 접근성(IT_infra05)이 가장 낮은 것으로 나타났다.

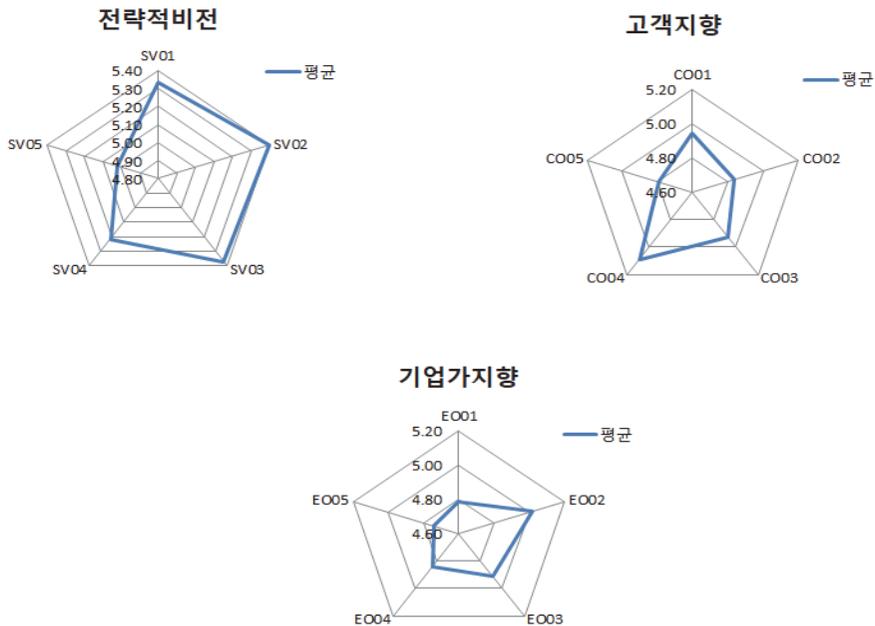
4.1.2 전략준비성 분석

전략준비성은 〈Figure 3〉과 같이 전략적 비전, 고객지향, 기업가적지향 중에서 전략적 비전(5.26)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 고객지향(4.91),

기업가적지향(4.85) 순으로 나타났다. 구체적으로 〈Figure 4〉에서 전략적 비전은 명확한 디지털 전략과 함께 전 부서에 전략실행이 이루어지고 있는 것으로 드러났다(SV03). 또한 DT로 향후 5~10년 동안 경쟁력을 유지할 목표가 뚜렷하게 설정된 것으로 나타났다(SV01). 고객지향 전략은 고객가치 창출에 초점(CO04)을 두고 고객만족 목표를 강조(CO01)하며 고객요구를 더 많이 이해하려고 노력하는 것으로 나타났다(CO03). 기업가적지향 전략은 DT와 관련해 새로운 사업기회를 지속적으로 모색(EO02)하고 고객요구의 해결책을 제품과 서비스에 반영하며(EO03), 새로운 신규 시장을 발견하려고 하는 탐구적 전략을 수행하는 것으로 나타났다(EO04).



〈Figure 3〉 전략 준비성



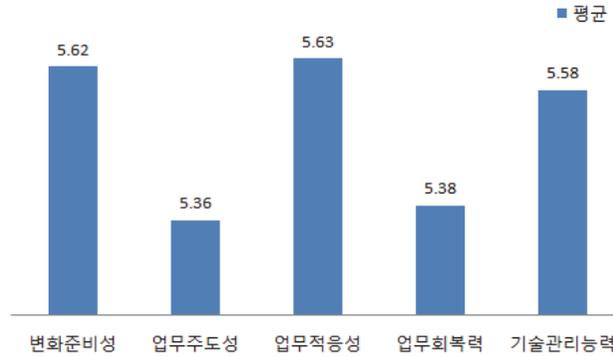
〈Figure 4〉 전략준비성 세부요인별 진단결과

4.1.3 인적준비성 분석

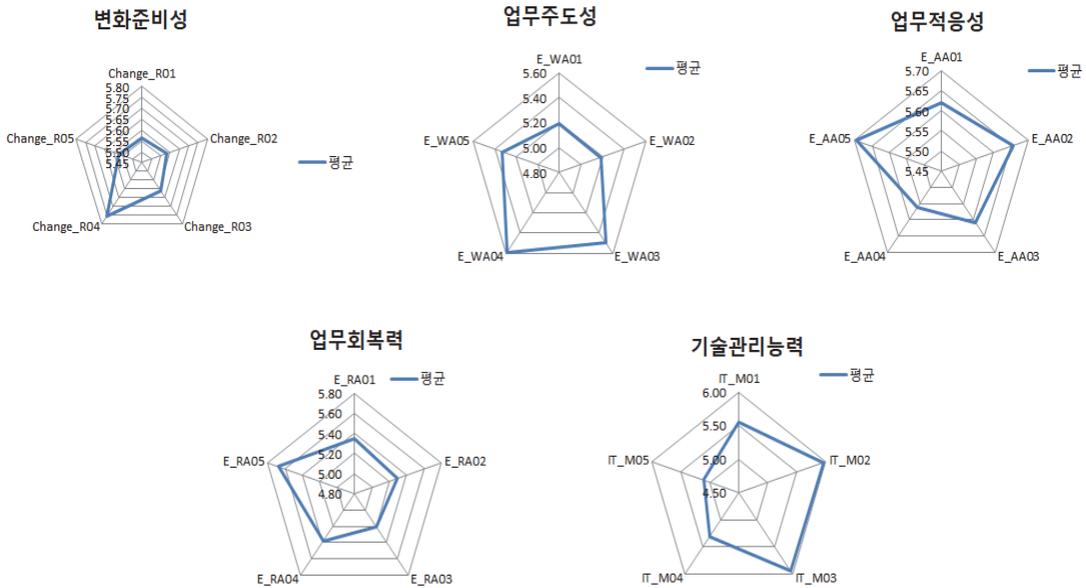
인적준비성은 〈Figure 5〉와 같이 업무주도성, 업무 적응성, 업무회복력, 변화준비성 중에서 업무적응성 (5.62)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 변화준비

성(5.61), 기술관리능력(5.57), 업무회복력(5.38), 업무주도성(5.35) 순으로 나타났다.

구체적으로 〈Figure 6〉에서 변화준비성은 DT에 따른 업무변화가 업무수행(Change_R03)과 업무개선에 도움(Change_R04)이 되는 것으로 나타났다.



〈Figure 5〉 인적준비성



〈Figure 6〉 인적준비성 세부요인별 진단결과

업무적응성은 DT로 새로운 업무와 조율(E_AA02) 하고 타직원과 효과적으로 일하기 위해 자신의 업무 방식을 기꺼이 바꿀 용의(E_AA05)가 있는 것으로 나타났다. 업무회복력은 업무변화가 발생해도 적극적으로 동참(E-RA05)하여 잘 받아들이며 스트레스 상황에도 효율적으로 업무를 할 것으로 나타났다

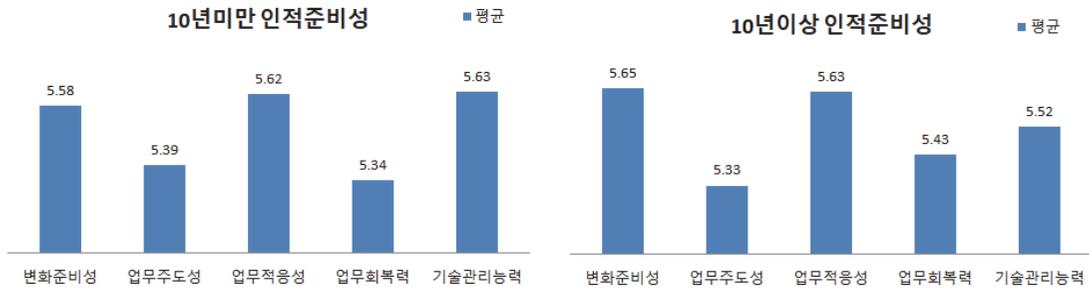
(E_RA04). 반면에 가장 낮은 평균값을 나타낸 업무주도성은 새로운 변화로 인한 업무수행에서 미리 일어날 것 같은 문제를 예측하거나(E_WA01), 사전에 문제를 해결하기 위한 창의적인 행동은 하지 않는 것으로 나타났다(E_WA02, 05). 기술관리능력은 DT와 관련해 디지털 기술의 활용성을 크게 인지

(IT_M02)하고 이러한 기술이 조직의 성장과 경쟁력에 중요하다고 생각하는 것으로 나타났다(IT_M03). 그러나 DT 환경에 필요한 디지털 기술관련 스킬을 축적하는 부분은 상대적으로 낮게 나타났다(IT_M05). 한편 근무경력을 10년 미만과 10년 이상으로 분류하여 비교한 결과 10년 미만(53명)인 경우는 기술관리능력(5.63)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 업무적응성(5.62), 변화준비성(5.58), 업무주도성(5.38), 업무회복력(5.33) 순으로 나타났다(〈Figure 7〉 참조).

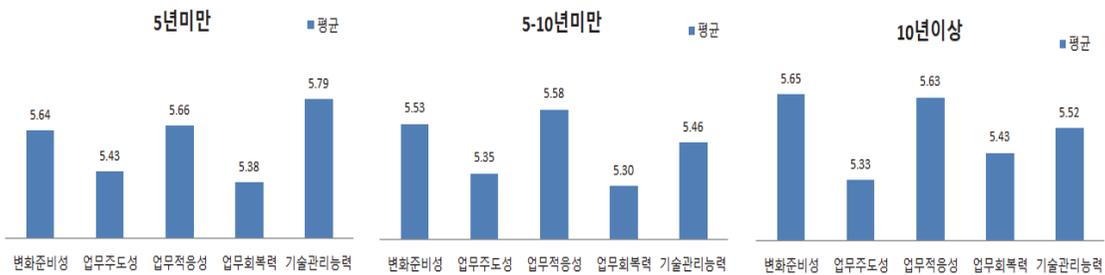
10년 이상(52명)인 경우는 변화준비성(5.64)이 가장 높으며 다음으로 업무적응성(5.63), 기술관리능력(5.51), 업무회복력(5.42), 업무주도성(5.32) 순으로 나타났다. 근무경력이 짧은 경우는 기술관리

능력이 강하며 근무경력이 높은 경우는 변화준비성이 강한 것으로 나타났다. 조금 더 구체적으로 살펴보면 〈Figure 8〉과 같이 근무경력이 5년 미만인 경우는 기술관리능력이 높으며 근무경력이 5년~10년 미만인 경우는 업무적응성이 높게 나타났다. 그리고 근무경력이 10년 이상인 집단은 변화준비성이 높게 나타났다. 또한 근무경력이 짧을수록 업무회복력이 낮게 나타났으며 근무경력이 긴 집단은 업무주도성이 낮게 나타났다.

본 연구는 인적준비성에서 가장 중요한 요인으로 밝혀진 업무적응성과 변화준비성을 보다 구체적으로 살펴보기 위해 군집분석을 수행하였다. 분석기법은 K-means 알고리즘을 활용하였으며 파라미터인 클러스터 개수 K값은 3으로 설정하였다. 3개의 군집



〈Figure 7〉 근무경력별 인적준비성



〈Figure 8〉 근무경력 단위별 인적준비성

패턴은 유사하지만 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 가시적으로 확인하기 위해 군집별 평균을 구하여 시각화하면 <Figure 9>와 같다. 105개 케이스는 3개의 군집으로 분류되었으며 2집단에서 업무적응성과 변화준비성이 현저하게 낮아지는 것을 알 수가 있다.

4.1.4 조직문화 분석

조직문화는 <Figure 10>과 같이 DT 필요성의 공지(5.6)가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 DT 관련

지식습득(5.47), DT를 위한 소통과 협력(5.19), 데이터기반 의사결정(5.13), DT 관련 교육(5.1), 고객경험가치 극대화(5.02) 순으로 나타났다.

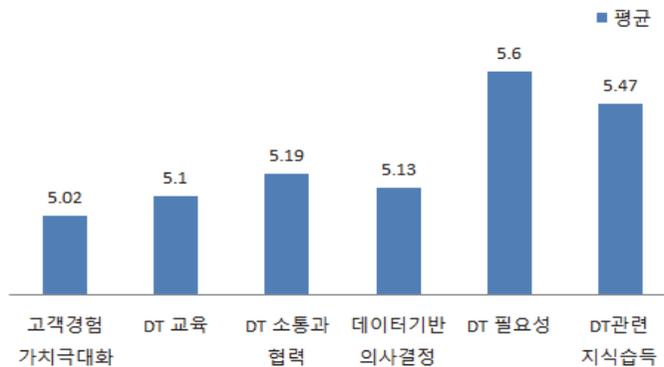
V. 결론

5.1 연구요약과 실무시사점

전 산업이 새로운 경쟁력을 획득하기 위해 앞 다



<Figure 9> 업무적응성과 변화준비성 군집분석 결과



<Figure 10> 조직문화 준비성

투어 DT를 추진하고 있는 가운데 국내 석유화학산업도 디지털 혁신에 박차를 가하고 있다. 본 연구는 디지털 성숙도 모형을 통해 최근 DT를 도입하려고 하는 국내 석유화학산업 조직 중 S회사의 기술, 전략, 인적, 문화 준비성이 외부 환경변화에 맞추어 얼마나 잘 대응하고 있는가를 평가하였다. 분석결과 기술 준비성에서는 IT비즈니스 확장역량과 능동적 IT 태도가 높게 나왔으며, 전략준비성에서는 전략적 비전이 가장 높게 나타났다. 인적준비성에서는 업무적응성이 전반적으로 높게 나타났으며, 문화준비성에서는 구성원들에게 DT의 필요성을 지속적으로 공지하는 부분이 높게 나타났다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기술 준비성에서 S회사는 현재 DT를 위해 IT 계획을 체계적으로 추진하고 있으며 디지털 기술을 시험가동하고 있는 것으로 나타났다. 또한 산업의 특성상 공급자와 IT기반 연결을 강화시키는 것으로 나타났다. 하지만 DT를 지원할 기존 IT 인프라 역량에서는 사내 시스템의 혁신성이 떨어지고 디지털 기술에의 접근성이 어려운 것으로 나타났다. 또한 S회사는 기본적인 진단이 되어 있지 않은 상태에서 필요에 따라 디지털 솔루션을 적용하고 있어 시스템들 간 연결이 미흡하고 각각의 시스템들이 따로 운영되고 있는 것으로 밝혀졌다(Kim, 2020). IT 역량이 뛰어난 조직은 IT 비즈니스 확장을 통해 업무프로세스에 필요한 새로운 아이디어를 얻으며, 혁신적인 IT 인프라로 프로세스 역량개발을 위한 디지털 옵션 기초를 조성한다. 여기에 통합 플랫폼 IT 연결을 구축하여 파트너와 다양한 지식을 저장한다(Bi, Davison, and Smyrnios, 2019). 지난 수십 년 동안 많은 연구결과를 통해 IT 역량은 조직의 성장과 민첩성을 끌어올리는데 잠재적인 가치를 제공하였다. 특히 IT 자원이 비즈니스 가치창출과 연계되면서 IT의 역할은 중요성이 더 커졌으며, 독특한

IT 자원과 활용은 경쟁력을 제공할 조직특유의 자산이 되고 있다. 통합 IT 인프라는 조직의 지식과 프로세스를 향상시키고 지식의 접근, 통합, 활용을 지원하는 디지털 플랫폼을 제공한다. 그리고 공급의 혼란이나 수요변동과 같이 조직이 예상하지 못한 비즈니스 환경변화에 능동적으로 대처하게 한다(Lu and Ramamurthy, 2011). 뿐만 아니라 IT가 조직자원의 유연성을 향상시키는 역할을 하게 되면서 혁신적인 조직들이 더 높은 IT 역량을 보유할 때 경쟁조직 보다 더 민첩해질 가능성이 높아지고 있다(Ravichandran, 2018). 하지만 세계경제포럼의 석유화학산업부문의 DT 조사에서 관련 조직의 38%는 유연하지 않거나 속도가 느린 시스템을 보유하고 있으며, 24%의 조직은 낙후된 기술을 DT 구현의 장애요소로 꼽고 있다(Global Dital IQ, 2018). 비교적 최근에 등장한 클라우드, 빅 데이터, 인공지능, 사물인터넷과 같은 디지털 기술도 석유화학산업에 큰 변화를 가져올 잠재력을 가지고 있다. 예를 들어 클라우드는 비즈니스 민첩성을 제약하는 부서 사일로를 타파할 수 있으며, 서로 다른 원천의 대량 데이터를 분석하기 위해서도 빅 데이터 분석이 필요하다. 따라서 디지털 기술로 비즈니스 환경이 더욱 복잡해진 가운데 관리자는 DT와 관련해 어떤 IT 역량이 조직의 생존에 중요한지를 빠르게 파악해야 한다. 또한 기존의 IT 자원을 어떻게 획득, 배치, 결합, 재구성할지를 폭넓게 이해하여 전략적으로 비즈니스 가치를 따져봐야 한다.

둘째, 전략준비성에서 S회사는 명확한 디지털 전략을 설정하여 전사부서에 실행하고 있으며 DT를 통해 향후 10년 동안 경쟁력을 유지할 목표를 세운 것으로 나타났다. 이에 따라 고객가치창출에 초점을 두고 고객만족 극대화를 위해 노력하고 있으며 DT와 관련해 지속적으로 사업모델을 모색하는 것으로

나타났다. 디지털 전략은 조직이 구체적인 디지털 전략을 견고한 계획과 행동으로 옮기는 것으로, 조직의 행동과 디지털 전략 사이의 일관성을 유지하고 장기적인 경쟁력을 획득하기 위해서는 명확하고 신중하게 전략을 세워야 한다(Gimbert, Bisbe, and Mendoza, 2010; Noble, 1999). 무엇보다 효과적인 전략설정은 DT의 실패를 막아주며 구체적이고 세밀한 전략일수록 환경변화의 적응성을 높여주기 때문이다. 하지만 DT는 계획한 기간 내에서 쉽게 시작하고 실행할 수 있는 전략 프로젝트가 아니기 때문에 효과적인 전략이라도 정확하게 수행되지 않으면 전략적 가치는 떨어지기 마련이다. 따라서 디지털 전략은 전략경영의 중심적이고 통합된 요소로 보아야 한다(Friedrich and Rachholz, 2017). 디지털 전략의 부재는 시너지 효과를 전혀 활용하지 못하는 소규모 수준의 프로젝트로 이어질 가능성이 있으며 조직 전체에 낭비되는 비용으로 남는 수가 있다. 최근 국내 기업들의 DT 실태를 조사한 보고서에 따르면 DT 추진을 위한 중장기 계획이나 로드맵을 보유한 조직은 전체의 6.5%에 불과한 것으로 드러났다(Koita, 2020). 따라서 조직은 DT에 대한 큰 그림의 조직전략과 사업영역전략을 구분하고, 각 부서별 하위전략을 설정하는 과정에서 다음과 같은 관점을 고려해야 한다. 1) 디지털 전략이 기존의 전략에서 어디에 위치해야 하고 DT의 주된 책임이 누구에게 있는지를 명확하게 명시할 필요가 있다. 2) 디지털 전략을 기존의 전략에 통합할 것인지 아니면 별도로 취급할 것인지를 정해야 한다. 3) DT를 조정하기 위한 디지털 전략에 어떠한 전략적 요소가 필요한지를 파악해야 한다. 4) 디지털 전략개발 과정을 어떻게 설계해야 할지를 생각해야 한다(Lipsmeier, Kühn, Joppen, and Dumitrescu, 2020).

셋째, 인적준비성에서 S회사의 구성원들은 DT에

따른 업무변화가 업무수행과 개선에 도움이 된다고 생각하며, DT로 인한 새로운 업무와도 조율하고 다른 구성원들과 긴밀하게 협조할 것으로 나타났다. 그리고 새로운 업무변화로 스트레스가 발생해도 잘 극복하며 DT 업무변화에도 적극 동참할 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 주도적인 업무수행에서는 스스로 문제를 해결하고 창의적으로 해결책을 찾지 않으려고 하는 태도가 발견되었다. 또한 디지털 기술의 중요성과 활용성은 크게 인지하지만 DT에 필요한 전문지식과 스킬은 축적하지 않으려고 하였다. 근무경력 비교에서는 경력이 짧은 집단에서 기술관리능력이 강한 반면에 업무회복력은 낮았으며, 경력이 긴 집단에서는 변화준비성이 강한 반면에 업무주도성이 낮게 나타났다. K-means 알고리즘으로 3개의 집단을 비교한 결과, 2집단에 해당하는 구성원들이 업무적응성과 변화준비성이 모두 낮은 것으로 나타났다. Viki(2018)는 DT를 방해하는 인적요소로 관성(inertia), 의심(doubt), 냉소주의(cynicism)를 꼽고 있다. 그에 따르면 구성원들은 조직 내에서 일이 잘 풀리고 특별한 위기의식을 느끼지 못할 때 변화의 필요성을 거부하며, 변화를 이끌어야 할 사람들이 조직의 변화를 믿지 않기 때문에 혁신이 일어나지 않는다. 즉 DT도 수없이 실패한 변화프로그램 중의 하나로 여기며, DT 과정에서 문제에 봉착할 때 일부 구성원들은 DT 전담팀의 리더십을 의심하고 냉소적인 태도를 갖는다. 그러므로 조직은 변화에 대한 명확한 이유와 미래의 조직에 대한 청사진을 제시해야 한다. 또한 업무방식의 어느 부분에서 변화가 일어나는지를 구체적으로 제시해 구성원들이 변화된 업무에 몰입하고 적응할 수 있도록 해야 한다. S회사의 경우에도 기대효과에 대한 정보가 정확하게 공유되지 않았으며, 구성원들과의 소통 및 공감대도 잘 형성되지 않은 것

으로 드러났다(Kim, 2020). 따라서 조직은 DT 과정에서 무엇이 효과가 있고 없는지를 구성원들에게 공개하고 작은 성공에도 구성원들의 동참을 축하하고 보상할 필요가 있다.

넷째, 문화준비성에서 S회사는 변화하는 시대에 맞추어 구성원들에게 지속적으로 DT의 중요성과 필요성을 알리며, 구성원들이 DT 관련 지식을 습득하고 DT를 위한 소통과 협력을 독려하는 것으로 나타났다. DT는 매우 복잡하고 시간이 많이 걸리는 과정으로 DT를 준비하는 조직들은 모든 구성원들이 디지털 기술에 대해 잘 알고 DT 과정에서 일어날 수 있는 위험을 감수할 수 있는 문화를 조성해야 한다. DT는 단순히 기술을 갱신하거나 제품을 재설계하는 것이 아니라 그 이상을 요구한다. 때문에 구성원들의 적극적인 참여와 협력은 DT를 이해하고 발전시키는 문화를 형성하는데 많은 도움이 된다. DT의 목적을 구성원들의 가치와 행동에 맞추지 못하면 구성원들의 사기는 떨어지고 전문인재도 영입하지 못하는 일이 발생할 수 있다. MaKinsey(2018)의 조사에 따르면 부서 이기주의(silo), 위험감수에 대한 두려움, 고객에 대한 단일한 생각은 디지털 문화를 정착시키는데 장애요소가 되고 있다. 디지털 기술이 주는 잠재력(기술 최적화)에 너무 의존하게 되면 조직은 결국 혁신보다는 기술에 초점을 맞추게 되고 탐구적 실험은 하지 않는 관성에 빠질 수 있다. DT를 기술이 아니라 조직문화와 사람에 관한 것임을 강조하는 것도 바로 이 때문이다. 따라서 DT를 준비하는 조직들은 조직전반에 깔려있는 마인드셋을 새롭게 바꿀 필요가 있다.

5.2 이론적 시사점과 연구의 한계점 및 향후 연구방향

본 연구는 국내 석유화학산업 조직 중 S회사를 대

상으로 디지털 성숙도를 진단하였으며 실무적인 시사점을 제시하였다. 이어서 본 연구는 이론적인 시사점과 연구의 한계점 및 향후 연구방향을 제시하고자 한다.

첫째, 다양한 산업에 걸쳐 DT가 확산되고는 있지만 DT에 대한 개념도 아직 정확하게 확립되지 않은 상태에서 디지털 성숙도의 개념과 이에 대한 실증조사는 국내연구에서 전무한 실정이다. 때문에 본 연구는 DT와 디지털 성숙도에 관한 개념적 이해를 넓히는데 주력하였으며, 국내 석유화학산업 조직을 대상으로 디지털 성숙도를 처음으로 진단함으로써 학술적인 가치를 높였다. 사실 DT를 추진하려고 하는 많은 조직들은 어디에서부터 시작해야 하고 무엇을 어떻게 개선해야 할지 막막할 때가 있다. 또한 이미 추진하고 있는 조직들조차도 현재 DT가 어디까지 와 있으며 잘 진행되고는 있는지 등 막연한 상태에 처해 있는 경우가 많다. 본 연구의 디지털 성숙도 개념과 적용사례는 많은 조직들에게 성공적인 DT를 위한 준비과정으로 가장 근본적인 부분을 어떻게 다루어야 하는지에 대한 기초지식을 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 디지털 성숙도의 중요성을 제시함으로써 연구의 관심을 불러일으키고 DT 관련 연구의 확장과 발전에도 일조하였다. 하지만 본 연구는 특정한 회사에만 적용하였기 때문에 일반화관점에서 연구의 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 연구에서는 동종 업계의 다양한 조직에 걸쳐 디지털 성숙도를 진단하고 비교하는 연구가 진행될 필요가 있다.

둘째, 디지털 성숙도에 관한 기존의 선행연구들은 주로 단일차원의 요인들을 제시하는 경우가 대부분이며(Carvalho, Rocha, Wetering, and Abreu, 2019), 8개의 단일차원을 제시하더라도 실제 산업에 적용하기 보다는 진단항목의 이론적 타당성만 검증한 연구(Rossmann, 2018)가 진행된 상태이다. 때

문에 Rossman(2018)은 연구의 한계점에서 학술적인 이용가치를 낮게 평가하고 있다. 또한 Berghaus and Back(2016)은 실제로 디지털 성숙도를 진단하고 있지만 불특정 다수의 산업을 대상으로 하고 있어 산업군마다 서로 다른 DT 환경에 보편적으로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 본 연구는 디지털 성숙도를 기술, 전략, 인적, 문화 등 4개의 범주아래 13개의 하위요인으로 구성하여 선행연구보다 깊이 있는 연구를 진행하여 차별화를 두었다. 디지털 성숙도를 단일차원이 아니라 다차원으로 구성하고 실증적으로 검증하여 선행연구들의 한계점을 보완하였다. 뿐만 아니라 석유화학 산업 조직에 적용하여 특정산업의 DT 환경을 보다 구체적으로 살펴봄으로써 학술적인 이용가치를 높이는데 기여하였다. 예를 들어 장치산업의 특성상 주기적인 관리가 필요한 석유화학 산업의 DT기반 기술 준비성을 깊게 조사함으로써 성공적인 DT 준비에 도움이 되는 기초지식을 제공할 수 있다. 하지만 본 연구는 해당조직의 종합적인 디지털 성숙도 단계는 제시하지만, 선행연구들이 보편적으로 제시하는 단계는 조사하지 않아 정확한 진단이 어려운 한계점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 Carvalho, Rocha, Wetering, and Abreu (2019)를 비롯한 기존 연구들을 토대로 각 단계에 따른 디지털 성숙도를 진단하는 세부항목을 추가적으로 개발할 필요가 있다. 또한 본 연구는 4개의 범주만 고려하여 종합적인 평가에 다소 무리가 있어 향후 연구에서는 보다 다양한 요인(예: 리더십, 데이터분석, 프로세스, 제품/서비스 등)을 포함시킬 필요가 있다. 여기에 제조업 관련 연구들의 디지털 성숙도와 본 연구의 디지털 성숙도를 비교분석하는 연구가 추가적으로 진행된다면 DT 연구의 질적인 발전에 크게 기여할 것으로 여겨진다.

셋째, 본 연구는 DT 관련 연구의 성숙도 평가를 참

조하여 디지털 성숙도를 진단하는 척도를 개발하였다. DT 연구와 디지털 성숙도 연구가 매우 부족한 상황에서 본 연구의 시도는 DT 관련 연구를 더 발전시킬 수 있다는 점에서 연구의 가치가 있다. 하지만 디지털 성숙도 적용에서 모형의 타당성 측면을 보면 진단수준을 평가하는 지표들의 적용방법이 참조근거가 미약해 객관적 타당성이 떨어질 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 요인별 수준과 전체수준을 결정하는 지표별 가중치 그리고 전체 성숙도를 결정하는 차원별 가중치를 고려한 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 본 연구는 관련 연구들을 참조하여 진단항목을 개발하였지만 문항의 적절성, 문항의 난이도, 응답범주의 수 등에서 적절성을 평가하기 어려운 한계점이 있다. 따라서 척도개발의 타당성을 한층 더 높이기 위해서는 문항반응이론(Item Response Theory)에 근거한 라쉬분석(rasch analysis)을 수행할 필요가 있다. 라쉬분석은 설문항목의 난이도와 응답자의 반응을 결합하여 조사하려고 하는 요인들의 속성을 측정해주는 도구로써, 단일속성 검증, 표본독립성, 설문독립성을 보장하며 문항개발의 방향성을 높여준다. 즉 개발된 문항의 중복문항이나 적합도가 떨어지는 문항을 선별하고 문항에 대한 응답수준이 골고루 분포되어 있는지를 평가해준다(Yang, 2016; Hong, 2016).

넷째, 본 연구는 사례 기반의 석유화학산업 조직을 대상으로 시범적용 하였기 때문에 타 조직에도 자체진단으로 활용할 수 있는 가능성을 높였다. 하지만 4개요인 13개 영역의 지표와 105개 표본수로는 포괄적인 디지털 성숙도를 평가하고 유사산업 조직들에게 확대적용하기에는 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 보다 구체적인 요인 및 하위영역을 선정하고 표본의 수도 보완하여 완전한 디지털 성숙도를 평가할 수 있도록 진행할 필요가 있다. 특히 코

로나 바이러스 문제로 전문가 및 관리자와의 인터뷰를 진행하지 못하고 서면 응답을 받았기 때문에 디지털 성숙도 진단평가의 질적인 부분은 앞으로 더 개선될 필요가 있다.

참고문헌

- Akdil, K.Y., A. Ustundag, and E. Cevikcan(2018), "Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy," *In Industry 4.0: Managing the Digital Transformation* (pp.61-94). Springer, Cham.
- Andersen, P., and J.W. Ross(2016), "Transforming the LEGO Group for the Digital Economy," *In Proceedings of the 37th International Conference on Information Systems*. Dublin: Ireland.
- Armenakis, A.A., S.G. Harris, and K.W. Mossholder (1993), "Creating Readiness for Organizational Change," *Human Relations*, 46(6), pp.681-703.
- Attewell, P.(1992), "Technology Diffusion and Organisational Learning: The Case of Business Computing," *Organization Science*, 3, pp.1-19.
- Becker, J., R. Knackstedt, and J. Pöppelbuß(2009), "Developing Maturity Models for IT Management," *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), pp.213-222.
- Becker, J., B. Niehaves, J. Poepplbus, and A. Simons(2010), "Maturity Models in IS Research," *ECIS 2010 Proceedings*. 42.
- Belias, D., and A. Koustelios(2014), "Organizational Culture and Job Satisfaction: A Review," *International Review of Management and Marketing*, 4(2), pp.132-149.
- Berger, S., M. Bitzer, B. Häckel, and C. Voit (2020), "Approaching Digital Transformation-Development of a Multi-dimensional Maturity Model," *In ECIS*
- Berghaus, S., and A. Back(2016), "Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study," *In MCIS*, pp.22.
- Berman, S., and A. Marshall(2014), "The Next Digital Transformation: From an Individual-Centered to an Everyone-to-everyone Economy," *Strategy & Leadership*, 42(5), pp.9-17.
- Bharadwaj, A., O.A. El Sawy, P.A. Pavlou, and N. Venkatraman(2013), "Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights," *MIS Quarterly*, pp.471-482.
- Bi, R., R. Davison, and K. Smyrnios(2019), "The Role of Top Management Participation and IT Capability in Developing SMEs' Competitive Process Capabilities," *Journal of Small Business Management*, 57(3), pp. 1008-1026.
- Bititci, U.S., P. Garengo, A. Ates, and S.S. Nudurupati(2015), "Value of Maturity Models in Performance Measurement," *International Journal of Production Research*, 53(10), pp.3062-3085.
- Bora, B., S. Borah, and W. Chungyalpa(2017), "Crafting Strategic Objectives: Examining the Role of Business Vision and Mission Statements," *Journal of Entrepreneur & Organization Management*, 6(205), pp.12-25.
- Byrd, T.A., and D.E. Turner(2001), "An Exploratory Analysis of the Value of the Skills of IT Personnel: Their Relationship to IS Infras-

- structure and Competitive Advantage," *Decision Sciences*, 32(1), pp.21-54.
- Carolis, A., M. Macchi, E. Negri, and S. Terzi(2017), "A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies," *In IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*, pp. 13-20.
- Carvalho, J.V., Á. Rocha, R. van de Wetering, and A. Abreu(2019), "A Maturity Model for Hospital Information Systems," *Journal of Business Research*, 94, pp.388-399.
- Chanias, S., and T. Hess(2016), "How Digital are We? Maturity Models for the Assessment of a Company's Status in the Digital Transformation," *Management Report/Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien*, (2), pp.1-14.
- Cichosz, M., C.M. Wallenburg, and A.M. Knemeyer (2020), "Digital Transformation at Logistics Service Providers: Barriers, Success Factors and Leading Practices," *The International Journal of Logistics Management*, 31(2), pp.209-238.
- Colli, M., O. Madsen, U. Berger, C. Møller, B.V. Wæhrens, and M. Bockholt(2018), "Contextualizing the Outcome of a Maturity Assessment for Industry 4.0," *Ifac-papersonline*, 51(11), pp.1347-1352.
- Daneeva, Y., S. Glebova, O. Daneev, and E. Zvonova (2020), "Digital Transformation of Oil and Gas Companies: Energy Transition," *In Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management(RuDEcK 2020)* (pp. 199-205). Atlantis Press.
- Deloitte(2017), *Digital Transformation: Are chemical enterprises ready?*, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/sg/Documents/consumer-business/sea-cip-digital-transformation-chemicals.pdf>
- Dyk, R., and J.P. Van Belle(2019), "Factors Influencing the Intended Adoption of Digital Transformation: A South African Case Study," *In 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems(FedCSIS)* (pp.519-528). IEEE.
- EC(2018), "Digital Transformation," https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation_en
- El Sawy, O. A., P. Kræmmergaard, H. Amsinck, and A.L. Vinther(2016), "How LEGO Built the Foundations and Enterprise Capabilities for Digital Leadership," *MIS Quarterly Executive* 15(2), pp.141-166.
- Ertl, J., D. Soto Setzke, M. Böhm, and H. Krcmar (2020), "The Role of Dynamic Capabilities in Overcoming Socio-Cognitive Inertia During Digital Transformation-A Configurational Perspective," *In Proceedings of the 15th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Potsdam, Germany.
- Facchini, F., J. Oleśków-Szłapka, L. Ranieri, and A. Urbinati(2020), "A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research," *Sustainability*, 12(1), pp.86-104.
- Fink, L., and S. Neumann(2007), "Gaining Agility Through IT Personnel Capabilities: The Mediating Role of IT Infrastructure Capabilities," *Journal of the Association for Information Systems*, 8(8), pp.440-462.
- Fischer, M., F. Imgrund, C. Janiesch, and A. Winkelmann(2020), "Strategy Archetypes for Digital Transformation: Defining Meta

- Objectives Using Business Process Management," *Information & Management*, 57(5), p.103262.
- Fitzgerald, M., N. Kruschwitz, D. Bonnet, and M. Welch(2014), "Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative," *MIT Sloan Management Review*, 55(2), p.1.
- Fletcher, G., and M. Griffiths(2020), "Digital Transformation During a Lockdown," *International Journal of Information Management*, p. 102185.
- Friedrich, S., and Rachholz(2017), "Digitalisierung-Management Zwischen 0 und 1," *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 25(41), pp.87-89.
- Galante, N., C. Moret, and R. Said(2013), "Building Capabilities in Digital Marketing and Sales: Imperatives for Consumer Companies," *McKinsey & Company*, Perspectives on Retail and Consumer Goods.
- Galliers, R.D., and A. Sutherland(1991), "Information Systems Management and Strategy Formulation: The "Stages of Growth" Model Revisited," *Information Systems Journal*, 1 (2), pp.89-114.
- Gimbert, X., J. Bisbe, and X. Mendoza(2010), "The Role of Performance Measurement Systems In Strategy Formulation Processes," *Long Range Planning*, 43/4, pp.477-497.
- Gimpel, H., and M. Röglinger(2017), "Kunstliche Intelligenz, Deep Learning & Co." *Wirtschaftsinformatik & Management*, 9(5), pp. 6-14.
- Gimpel, H., S. Hosseini, R. X. R. Huber, L. Probst, M. Roglinger and U. Faisst(2018). "Structuring Digital Transformation: A Framework of Action Fields and its Application at ZEISS," *Journal of Information Technology Theory and Application*, 19(1), pp.31-34.
- Global digital IQ(2018), *Survey Industry Focus-Oil and Gas*, <https://www.pwc.com/us/en/industries/energy-utilities-mining/library/assets/pwc-digital-iq-oil-and-gas.pdf>
- Haffke, I., B. Kalgovas, and A. Benlian(2017), "The Transformative Role of Bimodal IT in an Era of Digital Business," *In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, (pp.5460-5469).
- Hansen, A.M., P. Kraemmergaard, and L. Mathiassen (2011), "Rapid Adaptation in Digital Transformation: A Participatory Process for Engaging IS and Business Leaders," *MIS Quarterly Executive*, 10(4), pp.175-185.
- Hanseth, O., and K. Lyytinen(2010), "Design Theory for Dynamic Complexity in Information Infrastructures: The Case of Building Internet," *Journal of Information Technology*, 25(1), pp.1-19.
- Hartl, E., and T. Hess(2017), "The Role of Cultural Values for Digital Transformation: Insights From a Delphi Study," *In AMCIS 2017 Proceedings* (pp.1-10). <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1369&context=amcis2017>
- Henriette, E., M. Feki, and I. Boughzala(2016), "Digital Transformation Challenges," *MCIS 2016 Proceedings*, AIS eLibrary, <https://aisel.aisnet.org/mcis2016/33>(accessed 20 February 2019).
- Hernández-Perlines, F., M.A. Ibarra Cisneros, D. Ribeiro-Soriano, and H. Mogorrón-Guerrero (2020), "Innovativeness as a Determinant of Entrepreneurial Orientation: Analysis of the Hotel Sector," *Economic Research-*

- Ekonomika Istraživanja*, 33(1), pp.2305-2321.
- Heo, M.S., and M.J. Cheon(2015), "An Empirical Study on the Relationship Between Employee's Agility and Work Performance: Focused on the Agility's Influence Factors and Knowledge-Oriented Leadership," *Knowledge Management Research*, 16(2), pp.139-172.
- Hong, H.M.R.(2016), "A Study on Scale Development and Validation of Korean Neighborhood Cohesion Index," *Seoul Studies*, 17(2), pp. 139-158.
- Horlach, B., P. Drews, and I. Schirmer(2016), "Bimodal IT: Business-IT Alignment in the Age of Digital Transformation," *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI)*, pp.1417-1428.
- Horváth, D., and R.Z. Szabó(2019), "Driving Forces and Barriers of Industry 4.0: Do Multi-national and Small and Medium-Sized Companies have Equal Opportunities?," *Technological Forecasting and Social Change*, 146, pp.119-132.
- Iansiti, M., and K.R. Lakhani(2017), "Managing Our Hub Economy: Strategy, Ethics, and Network Competition in the Age of Digital Superpowers," *Harvard Business Review*, 95(5), pp.84-92.
- Ismail, M.H., M. Khater, and M. Zaki(2018), *Digital Business Transformation and Strategy. What do We Know so far*. URL: <https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017>
- Kane, G.C., D. Palmer, A.N. Phillips, D. Kiron, and N. Buckley(2015), "Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation," *MIT Sloan Management Review*, 14, pp.1-25.
- Kane, G.C., D. Palmer, A. Nguyen-Phillips, D. Kiron, and N. Buckley(2017), "Achieving Digital Maturity," *MIT Sloan Management Review*, 59(1).
- Kim, D.R.(2020), "A Case Study on the Digital Transformation Implementation of Petrochemical Industry Through Smart Factory," MBA Research Report, University of Ulsan.
- Kim, G.O.(2019), "Study on Standard Models for Digital Transformation of Petrochemical Complex Case Study for Yeosu National Industrial Complex," Ph.D Dissertation, University of Soongsil.
- Klötzer, C., and A. Pflaum(2017), "Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization Within the Manufacturing Industry's Supply Chain," *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.4210-4219.
- Koita(2020), A Survey on the Current Status and Planning of Digital Transformation, http://m.koita.or.kr/m/mobile/press/press_read.aspx?no=1837&page=3
- Lahrman, G., F. Marx, R. Winter, and F. Wortmann (2011), "Business Intelligence Maturity: Development and Evaluation of a Theoretical Model," In *2011 44th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp.1-10). IEEE.
- Lederer, M., W. Schmidt, and O. Popova(2019), "Synthesis of Design Parameters for the Transfer of Agility From Software Engineering to Process Management," In *2019 45th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)* (pp. 426-433). IEEE.
- Leipzig, T., M. Gamp, D. Manz, K. Schöttle, P.

- Ohlhausen, G. Oosthuizen, D. Palm, and K. Leipzig(2017), "Initialising Customer-Orientated Digital Transformation in Enterprises," *Procedia Manufacturing*, 8, pp.517-524.
- Lichtblau, K., V. Stich, R. Bertenrath, M. Blum, M. Bleider, A. Millack, K. Schmitt, E. Schmitz, and M. Schröter(2015), *Industrie 4.0- Readiness*, Köln, in German.
- Lin, C., and A. Kunnathur(2019), "Strategic Orientations, Developmental Culture, and Big Data Capability," *Journal of Business Research*, 105, pp.49-60.
- Lipsmeier, A., A. Kühn, R. Joppen, and R. Dumitrescu (2020), "Process for the Development of a Digital Strategy," *Procedia CIRP*, 88, pp. 173-178.
- Lockamy, A., and K. McCormack(2004), "The Development of a Supply Chain Management Process Maturity Model using the Concepts of Business Process Orientation," *Supply Chain Management*, 9(4), pp.272-278.
- Lokuge, S., D. Sedera, V. Grover, and X. Dongming (2019), "Organizational Readiness for Digital Innovation: Development and Empirical Calibration of a Construct," *Information & Management*, 56(3), pp.445-461.
- Lu, Y., and K. Ramamurthy(2011), "Understanding the Link Between Information Technology Capability and Organizational Agility: An Empirical Examination," *MIS Quarterly*, pp.931-954.
- Lu, H., K. Huang, M. Azimi, and L. Guo(2019), "Blockchain Technology in the Oil and Gas industry: A Review of Applications, Opportunities, Challenges, and Risks," *IEEE Access*, 7, pp.41426-41444.
- Mahraz, I., L. Benabbou, and A. Berrado(2019), "A Systematic Literature Review of Digital Transformation," *In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* Toronto, Canada, October 23 (Vol.25, p.2019).
- Maier, A.M., J. Moultrie, and P.J. Clarkson(2009), "Developing Maturity Grids for Assessing Organisational Capabilities: Practitioner Guidance," *In Proceedings of the 4th International Conference on Management Consulting, Academy of Management*, Vienna, Austria.
- Maltaverne, B.(2017), *Digital Transformation of Procurement: a Good Abuse of Language?*, www.thedigitaltransformationpeople.com/channels/the-case-for-digital-transformation/digitaltransformation-of-procurement-a-good-abuse-of-language (accessed 16 August 2019).
- Mathauer, M., and E. Hofmann(2019), "Technology Adoption by Logistics Service Providers," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(4), pp.416-434.
- Matt, C., T. Hess, and A. Benlian(2015), "Digital Transformation Strategies," *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), pp.339-343.
- McKinsey(2018), *Unlocking Success in Digital Transformations*, <https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations>
- Mettler, T., P. Rohner, and R. Winter(2010), "Towards a Classification of Maturity Models in Information Systems," *In Management of the Interconnected World* (pp.333-340). Physica-Verlag HD.
- Mettler, T., and A. Blondiau(2012), "HCMM-a Maturity

- Model for Measuring and Assessing the Quality of Cooperation Between and Within Hospitals," *In 25th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, pp.1-6. IEEE.
- Morakanyane, R., A.A. Grace, and P. O'Reilly(2017), "Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: A Systematic Review of Literature," *In Bled eConference* (p.21).
- Mueller, B., and U. Renken(2017), "Helping Employees to be Digital Transformers—the Olympus," *Connect Case, In ICIS 2017 Proceedings* (pp.1-19).
- Mullaly, M(2014), "If Maturity is the Answer, Then Exactly What was the Question?," *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(2), pp.169-185.
- Nambisan, S., K. Lyytinen, A. Majchrzak, and M. Song(2017), "Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World," *MIS Quarterly*, 41(1), pp.223-238.
- Niemand, T., J.C. Rigtering, A. Kallmünzer, S. Kraus, and A. Maalaoui(2020 in press), "Digitalization in the Financial Industry: A Contingency Approach of Entrepreneurial Orientation and Strategic Vision on Digitalization," *European Management Journal*.
- Nguyen, D.K., T. Broekhuizen, J.Q. Dong, and P.C. Verhoef(2019), "Digital Readiness: Construct Development and Empirical Validation," *Fortieth International Conference on Information Systems*, Munich, pp.1-9.
- Nguyen, T., R.G. Gosine, and P. Warriar(2020), "A Systematic Review of Big Data Analytics for Oil and Gas Industry 4.0," *IEEE Access*, 8, pp.61183-61201.
- Noble, C.H.(1999), "The Eclectic Roots of Strategy Implementation Research," *Journal of Business Research*, 45/2 (1999), pp.119-134.
- Nwankpa, J.K., and Y. Roumani(2016), "IT Capability and Digital Transformation: A Firm Performance Perspective," *Thirty Seventh International Conference on Information Systems*, pp.1-16.
- Orlikowski, W.J.(1992), "The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations," *Organization Science*, 3(3), pp.398-427.
- Osmundsen, K., J. Iden, and B. Bygstad(2018), "Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications," *In MCIS* (p.37).
- Öbrand, L., N. Augustsson, L. Mathiassen, and J. Holmström(2019), "The Interstitiality of IT Risk: An Inquiry Into Information Systems Development Practices," *Information Systems Journal*, 29(1), pp.97-118.
- Park, S.H.(2020a), Digital Innovation in the Oil and Chemical Industry, <https://www.ebn.co.kr/news/view/1432074>
- Park S.H.(2020b), The Oil and Chemical Industry, advanced digital technology prevents safety accidents, <https://www.ebn.co.kr/news/view/1442047/?sc=Naver>
- Qin, R., and D.A. Nembhard(2010), "Workforce Agility for Stochastically Diffused Conditions—A Real Options Perspective," *International Journal of Production Economics*, 125(2), pp.324-334.
- Ravichandran, T.(2018), "Exploring the Relationships Between IT Competence, Innovation Capacity and Organizational Agility," *The Journal of Strategic Information Systems*, 27(1), pp. 22-42.

- Remane, G., A. Hanelt, F. Wiesboeck, and L. Kolbe (2017), "Digital Maturity in Traditional Industries an Exploratory Analysis," *In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Guimarães, Portugal, pp.5-10.
- Rodriguez, M., R.M. Peterson, and H. Ajjan(2015), "CRM/Social Media Technology: Impact on Customer Orientation Process and Organizational Sales Performance," *In Ideas in Marketing: Finding the New and Polishing the Old* (pp.636-638). Springer, Cham.
- Rolland, K.H., L. Mathiassen, and A. Rai(2018), "Managing Digital Platforms in User Organizations: The Interactions Between Digital Options and Digital Debt," *Information Systems Research*, 29(2), pp.419-443.
- Ross, J.W., I. M. Sebastian, and C. Beath(2017), "How to Develop a Great Digital Strategy," *MIT Sloan Management Review*, 58(2), pp. 6-9.
- Rossmann, A.(2018), "Digital Maturity: Conceptualization and Measurement Model," *In Proceedings of the 39th International Conference on Information Systems*. San Francisco: California.
- Sahi, G.K., M.C. Gupta, and T.C.E. Cheng(2020), "The Effects of Strategic Orientation on Operational Ambidexterity: A Study of Indian SMEs in the Industry 4.0 Era," *International Journal of Production Economics*, 220, p. 107395.
- Salviotti, G., A. Gaur, and F. Pennarola(2019), "Strategic Factors Enabling Digital Maturity: An Extended Survey," *MCIS Proceedings*. 15
- Schumacher A., S. Erol, and W. Sihn(2016), "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises," *Procedia CIRP* 52, pp.161-166.
- Schumacher, A., T. Nemeth, and W. Sihn(2019), "Roadmapping Towards Industrial Digitalization Based on an Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing Enterprises," *Procedia Cirp*, 79, pp.409-414.
- Scremin L., F. Armellini, A. Brun, L. Solar-Pelletier, and C. Beaudry(2018), "Towards a Framework for Assessing the Maturity of Manufacturing Companies in Industry 4.0 Adoption," *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments*, pp. 224-254.
- Sebastian, I., J. Ross, C. Beath, M. Mocker, K. Moloney, and N. Fonstad(2017), "How Big Old Companies Navigate Digital Transformation," *MIS Quarterly Executive*, 16 (3), pp.197-213.
- Sedera, D., S. Lokuge, V. Grover, S. Sarker, S. Sarker(2016), "Innovating with Enterprise Systems and Digital Platforms: A Contingent Resource-Based Theory View," *Information Management*, 53(3), pp.366-379.
- Shahiduzzaman, Md., M. Kowalkiewicz, R. Barrett, and M. McNaughton(2017), "Digital Business: Towards a Value Centric Maturity Model," *Part A., Queensland: PWC Chair in Digital Economy/Queensland University of Technology*. <https://chairdigitaleconomy.com.au/wp-content/uploads/2018/04/Digital-Business-Part-A.pdf>
- Shahzad, F., G. Xiu, and M. Shahbaz(2017), "Organizational Culture and Innovation Performance in Pakistan's Software Industry," *Technology in Society*, 51, pp.66-73.
- Sherehiy, B., W. Karwowski, and J.K. Layer(2007),

- "A Review of Enterprise Agility: Concepts, Frameworks, and Attributes," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(5), pp.445-460.
- Sherehiy, B.(2008), *Relationships Between Agility Strategy, Work Organization and Workforce Agility*, University of Louisville.
- Sherehiy, B. and W. Karwowski(2014), "The Relationship Between Work Organization and Workforce Agility in Small Manufacturing Enterprises," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(3), pp.466-473.
- Tadeu, H.F.B., A.L.D.C.M. Duarte, C. Taurion, and G.L. Jamil(2019), "Digital Transformation: Digital Maturity Applied to Study Brazilian Perspective for Industry 4.0," *In Best Practices in Manufacturing Processes*, pp.3-27, Springer, Cham.
- Tilson, D., K. Lyytinen, and C. Sørensen(2010), "Desperately Seeking the Infrastructure in IS Research: Conceptualization of "Digital Convergence" as Co-evolution of Social and Technical Infrastructures," *HICSS 43*, Kauai, HI.
- Vial, G.(2019), "Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda," *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), pp.118-144.
- Viki, T.(2018), *The Three Human Barriers To Digital Transformation*, <https://www.forbes.com/sites/tendayiviki/2018/09/23/the-three-human-barriers-to-digital-transformation/?sh=273edc36164b>
- Voß, F.L., and J.M. Pawlowski(2019), "Digital Readiness Frameworks," *In International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp.503-514). Springer.
- Vogelsang, K., K. Liere-Netheler, S. Packmohr, and U. Hoppe(2019), "A Taxonomy of Barriers to Digital Transformation," *In 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Siegen, Germany(February 24-27) (pp.736-750).
- Wanasinghe, T.R., L. Wroblewski, B. Petersen, R.G. Gosine, L.A. James, O. De Silva, G.K. Mann, and P.J. Warriar(2020), "Digital Twin for the Oil and Gas Industry: Overview, Research Trends, Opportunities, and Challenges," *IEEE Access*, 8, pp.104175-104197.
- Wang, Y., A.L. Kung, and T.A. Byrd(2016), "Big Data Analytics: Understanding Its Capabilities and Potential Benefits to Healthcare Organizations," *Technological Forecasting and Social Change*, 126, pp 3-13.
- Westerman, G., M. Tannou, P. Ferraris, and A. McAfee(2012), "The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry," *MIT Sloan Management and Capgemini Consulting*, 2, pp.2-23.
- Williams, C., D. Schallmo, K. Lang, and L. Boardman (2019), "Digital Maturity Models for Small and Medium-sized Enterprises: A Systematic Literature Review," *In ISPIM Conference Proceedings*, pp.1-15.
- World Economic Forum(2017), "Digital Transformation Initiative, Chemistry and Advanced Materials Industry" White Paper in Collaboration with Accenture, <https://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-chemistry-and-advanced-materials-industry-white-paper.pdf>
- Yaghoubi, N.M., S. Gholami, and H. Armesh(2012), "The Relationship Between Strategic Processes

- of Knowledge Management and Organizational Intelligence,” *African Journal of Business Management*, 6(7), pp.2626-2633.
- Yang, H.M.(2016), “A Study on the Method of Quantifying the Effectiveness and Satisfaction of the Welfare Program of Medical Workers Using Rasch Analysis”, KLI, the 1-18th Annual Conference on Labor Panel.
- Yoo, Y., O. Henfridsson, and K. Lyytinen(2010), “Research Commentary-The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research,” *Information Systems Research*, 21(4), pp.724-735.
- Yoon, S.O.(2016), “A Study on the Development and Application of the Big Data Maturity Diagnosis Model in Public Institutions”, *Journal of Korean Association for Regional Information Society*, 19(4), pp.1-36.

-
- The author Myung-Sook Heo received her MBA and PhD in MIS from the University of Ulsan. She served as a visiting professor in MIS Department in the University of Ulsan. Her research areas are in digital transformation, knowledge management, personal creativity, and learning agility.
 - The author Myun-Joong Cheon is a professor of MIS at the University of Ulsan. He holds his MBA from Indiana State University and PhD in MIS from the University of South Carolina. His research areas are in digital transformation, knowledge management, and IT/IS outsourcing.

〈부록〉 디지털 성숙도 평가 항목

진단항목		측정항목	관련문헌
기술 준비성	IT 인프라역량 (IT_infra)	① DT를 지원할 통신 인프라 구축 ② DT를 지원할 네트워킹 인프라 구축 ③ DT를 지원할 IT인프라 구축 ④ DT를 지원할 최첨단 시스템과 혁신성 ⑤ 디지털 기술의 접근성	Bi, Davison, and Smyrnios(2019), Lokuge, Sedera, Grover, and Dongming(2019)
	IT 비즈니스 확장 역량 (IT_busi)	① 디지털기술이 비즈니스 가치에 기여할 비전제시 ② 비즈니스전략과 디지털 기술계획 통합 ③ 디지털 기술의 투자가치 이해 ④ DT를 위한 IT계획 프로세스 준비 ⑤ DT를 위한 IT계획 추진	Bi, Davison, and Smyrnios(2019), Nwankpa and Roumani(2016)
	능동적 IT 태도 (IT_proact)	① DT를 위한 새로운 디지털 기술 파악 ② DT에 필요한 새로운 디지털 기술 시험 ③ DT를 위한 새로운 IT사용 지원 ④ DT에 필요한 디지털 기술모색	Nwankpa and Roumani(2016)
	외부 IT 연결성 (IT_link)	① DT와 관련해 고객과 IT기반 연결강화 ② DT와 관련해 공급자와 IT기반 연결강화 ③ DT와 관련해 사업파트너와 IT기반 협업강화	Bi, Davison, and Smyrnios(2019)
전략 준비성	전략적비전 (SV)	① DT로 향후 5-10년 동안 경쟁력유지 비전제시 ② DT와 관련해 명확한 디지털 전략 보유 ③ 전 부서에 시행되고 있는 디지털 전략 ④ 디지털 전략의 평가와 조정 ⑤ 디지털 기술기반 새로운 사업모델 구축	Niemand, Rigtering, Kallmünzer, Kraus, and Maalaoui(2020)
	고객지향 (CO)	① DT와 관련해 고객만족 목표 강조 ② DT와 관련해 고객요구 부응의 헌신 ③ 고객요구 이해에 기반 한 DT 전략 ④ 고객가치창출에 초점을 둔 DT 전략 ⑤ DT와 관련해 체계적인 고객만족 측정	Sahi, Gupta, and Cheng(2020), Lin and Kunnathur(2019)
	기업가적 지향 (EO)	① DT와 관련해 알지 못한 고객요구 발견 ② DT와 관련해 신규 사업기회 모색 ③ 제품과 서비스에 고객요구 해결책 반영 ④ DT와 관련해 신사업 및 타켓 시장 모색 ⑤ 고객리드 보다 응대하는 노력	Niemand, Rigtering, Kallmünzer, Kraus, and Maalaoui(2020)
조직문화 (OC)		① 고객경험가치 극대화 정착 ② DT과정에 대한 교육시행 ③ DT에 필요한 소통과 협력 촉진 ④ 데이터 기반의 의사결정 권고 ⑤ DT 필요성 지속적 공고 ⑥ DT에 대한 새로운 지식습득 권고	Shahzad, Xiu, and Shahbaz(2017)

(계속)

진단항목		측정항목	관련문헌
인적 준비성	업무 주도성 (E_WA)	① DT와 관련해 업무에서 발행할 문제 예측 ② DT와 관련해 업무의 어려움 사전 해결 ③ DT와 관련해 업무개선점 찾는 ④ DT와 관련해 효과적인 업무방법 찾는 ⑤ DT와 관련해 창의적인 업무문제 해결	Sherehiy(2008), Sherehiy and Karwowski(2014) Heo and Cheon (2015)
	업무 적응성 (E_AA)	① DT와 관련해 새로운 업무수행 ② DT와 관련해 새로운 업무조율성과 방식변화 ③ DT와 관련해 새로운 업무절차 적응성 ④ DT와 관련해 다른 업무수행 적응성 ⑤ DT와 관련해 업무방식 바꿈	
	업무 회복력 (E_RA)	① DT와 관련해 어려운 업무상황에서 평정심 유지 ② DT와 관련해 업무방식변화를 싫어하지 않음 ③ DT와 관련해 신규업무에도 짜증내지 않음 ④ DT와 관련해 업무스트레스 관리 ⑤ DT와 관련해 업무변화 수용과 동참	
	변화 준비성 (Change_R)	① DT 업무변화 기대 ② DT 업무변화가 내 업무에 득이 됨 ③ DT 업무변화가 주는 업무수행력 ④ DT 업무변화가 주는 업무개선점 ⑤ DT 업무변화가 주는 업무자극성	Heo and Cheon (2015)
	기술관리 능력 (IT_M)	① DT와 관련해 새로운 디지털 기술 배움 ② DT와 관련해 디지털 기술의 활용성 ③ DT와 관련해 디지털 기술의 조직성장과 경쟁력 기여도 ④ DT와 관련해 디지털 기술발전 추세 따름 ⑤ DT와 관련해 디지털 기술 스킬 축적	Fink and Neumann(2007)