https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.10.407

기업의 환경요인을 통한 기술혁신이 Smart Factory 구축에 미치는 영향 연구 -흡수역량을 조절변수로-

A Study on the Effect of Technological Innovation on the Implementation of Smart Factory through the Environmental Factors of the Enterprise -Absorption Capacity as Moderating Variable-

진성옥, 서영욱
대전대학교 융합컨설팅학과

Sung-Ok Jin(jso4029@naver.com), Young Wook Seo(ywseo@dju.kr)

요약

본 연구는 '기업의 환경요인을 통한 기술혁신이 Smart Factory 구축에 미치는 영향'에 대한 실증연구이다. 연구 목적은 Smart Factory를 구축할 때 내부환경이나 중점적으로 추진할 요인을 고려하고 구축하여 Smart Factory의 활용도와 효과를 높이는 것이다. 연구방법은 Smart Factory를 구축한 기업의 관련 인원들에게 설문을 조사하여 SMART PLS로 통계분석 하였다. 연구결과는, 기업 내부 조직 요인과 자기효능감은 기술혁신에 긍정적인 영향을 미치고, 기술혁신은 Smart Factory 구축의 핵심요인에 긍정적인 영향을 미쳤다. 그리고 조절변수인 흡수역량은 기술혁신요인과 상호작용으로 Smart Factory 구축의 핵심요인에 부분적으로 긍정적인 영향을 미쳤다. 본 연구는 Smart Factory를 구축하려는 기업이 활용할 수 있으며, 실증분석을 통한 Smart Factory 구축연구에 이론적 토대를 마련한 의의가 있다.

■ 중심어 : | 스마트팩토리 | 조직요인 | 자기효능감 | 기술혁신 | 흡수역량 | 생산자동화 |

Abstract

This study is an empirical study of 'the effect of Technological innovation through environmental factors of an enterprise on the implementation of a Smart Factory'. The purpose of the research is to improve the utilization and effectiveness of the Smart Factory by considering and implementing factors that will be promoted in an internal environment or focus when building. The research method was statistical analysis with SMART PLS by surveying the relevant personnel of the company that implemented the Smart Factory. The results of the study showed that internal organizational factors and self-efficacy have a positive effect on technological innovation, and technology innovation has a positive effect on the key factors of smart factory implementation. And the absorbing capacity, which is a moderating variable, has a positive effect in part on the key factors of smart factory implementation by interacting with technological innovation factors. This study can be used by companies that want to implement a smart factory, and it has the significance of laying the theoretical foundation for research on smart factory implementation through empirical analysis.

■ keyword : | Smart Factory | Organizational Factors | Self-efficacy | Technological Innovation | Absorption Capacity | Production Automation |

접수일자 : 2019년 09월 02일
수정일자 : 2019년 09월 23일
심사완료일 : 2019년 09월 23일
교신저자 : 서영욱, e-mail : ywseo@dju.kr

I. 서 론

4차 산업혁명 시대에 세계 주요 제조업 강대국들은 노동력 감소와 고령화에 대응하고, 저가 생산국과 경쟁에서 이기며, 현재의 기술 리더십을 지속적으로 유지하기 위하여 Smart Factory를 구축하여 미래의 제조업 경쟁력을 강화하는 정책을 펼치고 있다. 대한민국 정부는 2018년 12월 13일에 Smart Factory 확대 구축을 위한 대응 전략을 발표하였다[1]. "2022년까지 스마트 공장 3만 개를 구축하여 제조 강국을 실현한다"는 스마트 제조혁신전략을 발표하였고, 많은 지원정책을 펼치고 있다. 그러나 일부 기업에서는 Smart Factory에 대한 이해 부족으로 효율적인 Smart Factory를 구축하고 있지 못한 것이 사실이다. 본 연구는 정부에서 중점정책으로 추진하고 있는 Smart Factory 확대 구축을 어떻게 하면 기업에서 잘 활용하고, 기업의 경영성과에도 도움이 되는 Smart Factory 구축이 가능한지를 실증연구를 통하여 검증하고자 한다. 그런데 기존 Smart Factory의 연구는 대부분 특정한 기술을 활용하여 Smart Factory를 구축하거나 시스템을 개선하는 등의 공학적인 연구가 대부분이며, Smart Factory 구축의 실증연구는 부족하였다. 최영환[2]의 중소기업 스마트 팩토리 제조 운영 성숙도 측정을 위한 평가모델 연구나 진성옥·서영욱[3]의 중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축연구 등의 실증연구가 있다. 특히 진성옥·서영욱[3]의 연구는 중소기업을 대상(n=130)으로 한 Smart Factory 구축연구였으나, 본 연구는 중소·중견기업과 대기업을 대상(n=311)으로 하였고, 최근 이슈화되고 있는 기술의 중요성을 매개변수(기술혁신 요인: 탐험적 기술혁신과 활용적 기술혁신)로 활용하였으며, 흡수요인을 조절변수로 활용하여, 흡수요인이 기술혁신과 상호작용하여 Smart Factory 구축의 핵심요인에 미치는 영향 치를 파악한 것 등이 기존 연구와의 차별성이라고 말할 수 있다. 본 연구는 Smart Factory를 구축할 때 해당 기업의 조직요인과 조직 구성원의 자기효능감 그리고 기술적인 혁신요인과 새로운 것을 받아들이고 발전시키는 흡수역량이 Smart Factory 구축에 어떤 영향을 미치는지를 연구하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. Smart Factory 개념

Smart Factory란 용어는 독일에서 처음으로 사용된 것으로 알려져 있으며, 이를 근간으로 독일 정부가 Industry 4.0을 발표하면서 확대되어 사용되기 시작하였다. Smart Factory는 전통적인 제조 산업에 정보통신기술을 결합하여 개별 공장의 설비 및 장비 그리고 공정이 지능화되고 서로 연결되어, 모든 생산 관련된 DATA가 실시간으로 집계되고 분석되어 활용되므로 최적화된 생산 운영이 가능한 공장이며, 광의적으로 확대해서는 비지니스시스템 의 전반적인 최적화를 가능하게 하여 제품의 기획부터 설계와 생산 그리고 유통, 판매에 이르는 비즈니스 프로세스 전체를 최적화한다. 그리고 모기업과 협력회사들과의 협력적인 운영이 가능한 생산체계이며, 생산라인 측면에서는 탄력적이고 상호 운영 보완성을 갖춘 자동화된 지능형 설비(라인)로 생산과 운영을 통합하여 고객의 요구에 즉각 대응할 수 있는 공장이다[4].

2. 기업 내 조직요인, 자기효능감과 기술혁신의 관계

조직은 구조의 공식화가 필요한데 이것은 표준화를 의미하며, 이 표준화를 통하여 조직 구성원이 업무를 수행할 때, 스스로 판단하지 않고 공식화된 업무의 규정이나 절차대로 직무를 수행하면, 스스로 판단하여 수행할 업무가 줄어든다. 즉 공식화된 규정이나 절차 등 표준 정도가 높을수록 업무지침이나 방안이 상세하게 존재한다[5][6]. 그리고 기업이 새로운 시스템을 도입할 때 시스템의 성공적인 도입과 활용을 위하여 조직구조와 기업 내외부의 경영환경 그리고 과업특성과 같은 조직의 상황을 반영하고 이에 상응하는 최적화된 실행과 관리활동이 이루어져야 하며, 그중 조직요인으로는 업무 표준화, 의사결정 집중화, 그리고 정보시스템 성숙도로 구분 하였다[7].

자기효능감을 처음으로 제시한 Bandura[8]는 인간의 행동 변화를 설명하고 예측하기 위하여는 기존의 행동주의적 경향을 고수하면서도 인지적 관점에서 인간은 결과를 극대화하기 위하여 환경정보를 탐색, 수집하고 처리하는 능동적 존재로 인식하고 이러한 특정의 자

신감(specific self confidence)을 자기효능감이라 정의하였다. 자기효능감은 자신감과 도전정신 그리고 계획능력이 통합된 개념으로 자신의 역량 및 기술 수준에 대한 인지 및 판단을 바탕으로 자신이 보유한 자원을 활용하여 목표를 성공적으로 달성할 수 있는 자신의 실행력에 대한 믿음 정도를 의미한다[9].

일반적으로 새로운 정보시스템을 도입한 기업에서 조직요인은 시스템의 도입성과에 긍정적인 영향을 미친다는 특성이 있다고 많은 연구에서 주장하였다[10][11]. 정철호·정영수[12]는 ERP 시스템 도입기업의 조직 성과에 긍정적인 영향을 미치는 조직 및 환경요인으로 업무의 표준화와 의사결정의 집권화, 정보시스템의 성숙도, 시장의 불확실성 그리고 산업 내의 경쟁 강도를 도출하였다. Wang & Tai[13]는 조직 업무의 공식화 수준이 정보시스템의 성공적인 실현에 유의한 영향을 미치는 인자라는 것을 실증연구를 통하여 검증하였다. 그리고 박창연[14]은 조직 외부환경, 오픈시스템 기술혁신의 특성 및 조직기술의 세 가지 요인이 오픈시스템 도입의 가능성에 정(+)의 영향을 미친다고 하였으며, 업무 표준화는 정보 시스템과 기술혁신의 도입에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다[11].

높은 수준의 자기효능감을 가진 부하들은 자기 확신을 더욱 크게 느끼며 목표를 설정하고, 문제를 복잡한 것보다는 도전으로 보며 동기부여 하여 과업을 수행하므로 많은 성과를 도출하는 긍정적인 관계를 발견하였다[15]. 그리고 부하의 자기효능감은 혁신과업 행동에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것을 확인하였다[16]. 앞에서 논의된 연구들을 기업 내 조직요인과 조직 구성원의 자기효능감을 활용적 기술혁신과 탐험적 기술혁신에 적용해 보면, 기업과 구성원들은 불확실한 환경에서도 적극적으로 기술과 제품을 개발하고 활용하는데 매진할 것이며, 결과적으로 높은 수준의 기술혁신을 달성할 것이다. 이러한 연구를 기초하여 기업 내 조직 및 환경요인은 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 예측을 할 수 있다. 그래서 본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H1: 조직요인은 활용적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H2: 자기효능감은 활용적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이다

H3: 조직요인은 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H4: 자기효능감은 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3. 기술혁신과 Smart Factory 핵심요인과의 관계

March[17]가 제시한 기술혁신은, 새로운 기술혁신을 추구하는 탐험(exploration)적 기술혁신과 기업이 보유하고 있는 기존 기술을 잘 활용하는 활용(exploitation)적 기술혁신으로 구분할 수 있다. 탐험은 새로운 것에 대한 탐구나 위험의 감수, 실험, 발견, 유연성, 혁신 활동 등의 새로운 개념을 포함하고 있으며, 활용은 기존 것에 대한 개선이나 효율 향상, 제작, 선택, 실행, 이행 등의 개념을 내포하며, 활용은 이미 존재하는 기술이나 서비스 그리고 제품과의 근접성 측면이며, 탐험은 현재 고객과 목표시장과의 근접성 등을 기준으로 두 가지 관점에서 정의하였다[18]. 활용적 기술혁신은 기존 지식을 활용하여 생산라인의 문제점을 개선하거나 기존의 제품을 개선하는데 도움을 준다. 반면에 탐험적 기술혁신은 신기술을 활용하여 신제품을 개발하거나 새로운 가능성을 탐구하는데 도움을 줄 수 있다[19].

공장자동화(Factory Automation)는 생산시스템의 복합기술로써 CAD (Computer Added Design) / CAM (Computer Added Manufacturing) / CAE (Computer Added Engineering) / Computer에 의한 제어, 운반 물류시스템, 공장의 최적 Layout 시뮬레이션 기술, 수치제어 공작 기계, 산업용 로봇 등으로 공장 가동을 하는 무인공장을 지칭하며, 생산 활동에서 자동화를 어떻게 수상하고 실현할 것인가는 생산하는 제품과 생산 수량 또는 자동화의 수준 정도에 따라 해결 방법을 다르게 구현해야 한다[20]. 또 좁은 의미의 자동화 정의는, 다양한 생산설비에서 센서나 디바이스를 통하여 신호를 받고, PLC (Programmable Logic Controller) 및 HMI (Human Machine Interface) 등의 제어기술로 설비의 동작을 제어하는 것은 보편적인 설비 자동화이다[21][22].

Smart Factory 핵심영역 중의 하나인 운영·자원관리 시스템을 대표하는 중요한 시스템은 제조실행시스템(MES)과 전사적 자원관리 시스템(ERP)이다.

MES(Manufacturing Execution System)의 주요 기능은, 첫째로 주문한 생산 제품을 생산라인에서 생산하여 출하할 때까지의 생산 활동 전반을 최적화할 수 있도록 정보를 제공하며, 실시간 데이터로 생산 활동을 지시하고 대응하며 보고함으로써 생산 활동에서 가치를 제공하지 못하는 낭비를 줄이고, 변화에 신속히 대응할 수 있게 함으로써 생산 활동의 운영 효과를 높인다. 둘째로 MES는 운영 정보를 통하여 개선 활동을 하고 고객 납기와 재고량을 최소화 할 수 있으며, 운영 자산에 대한 가동률을 좋게하고, 쌍방향 통신으로 기업 전체와 협력회사, 고객 등 공급망에 이르기까지 생산 활동에 대한 정보들을 공유할 수 있다.

제품개발 측면에서, Rochford[23]는 신제품을 기업관점, 소비자 관점, 시장관점으로 정의하여, 기업관점은 기업이 새로운 시장에 새로운 기술로 새로운 생산방법으로 적용하는가에 초점을 맞춘 것이며, 소비자 관점으로는 신제품이 더 좋은 가치를 제공하는가에 초점을 맞춘 관점이고, 시장관점은 신제품이 기존제품과는 다른 혁신적인 특성을 보유하고 있는가에 초점을 맞춘 것이다.

기술혁신과 Smart Factory 핵심요인의 관계 측면은, 기업이 기술혁신을 추구할 때 탐험적 기술혁신 활동과 활용적 기술혁신 활동을 동시에 병행하여 추진하는 것이 기업의 경영성과 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 검증되고 있으며[24], 유대원[25]의 연구에서는 중소기업들의 IT 활용능력과 IT 인프라는 각각 탐험적 기술혁신 및 활용적 기술혁신에 긍정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이들 탐험적 기술혁신과 활용적 기술혁신은 각각 중소기업의 혁신 행동에 긍정적으로 영향을 미치는 것으로 분석되었다. Katila and Ahuja[26]는 활용적 기술혁신 활동은 두 가지 측면에서 기술혁신성과에 긍정적 영향을 준다. 첫째, 기업은 기존 보유기술 분야에 대한 지식과 노하우를 기반으로 활용적 혁신 활동을 통하여 흡수능력을 향상시켜 경쟁력을 강화시킬 수 있으며, 둘째, 기존 보유기술 분야의 여러 기술 역량을 활용하여 기존 기술을 향상시킬 때, 기존 기술에 대한 많은 기술축적과 활용능력을 높일 수 있다. Smart Factory 구축의 핵심영역인 생산자동화는 여러 가지 기술로 구성된 생산라인이며, 운영·자원관리 시스템은 실시간으로 발생하는 문제점이나 정보를 제공해 주는 정보시스템으로 앞에서 기술한 활용적 기술혁신 측면에서 접근해야 한다. 이러한 연구를 기초하여 기업 내 활용적 기술혁신은 Smart Factory의 요인인 생산자동화와 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 예측을 할 수 있다. 그래서 본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H5: 활용적 기술혁신은 생산자동화에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H6: 활용적 기술혁신은 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

또 기업은 환경의 변화를 극복하기 위하여 외부의 지식과 기술을 탐색하고 받아들이며, 환경의 동태성이 높을수록 외부의 지식을 선호하는 탐험적 기술혁신을 추구할 필요성이 높아진다. 이러한 탐험적 기술혁신을 추구하여 기존의 기술, 제품이나 시장과는 차별화가 큰 혁신을 추구하여, 고객의 니즈를 충족하는 제품을 개발함으로써 많은 이익을 창출할 수 있다[27].

탐험적 기술혁신 활동은 기업에 특별한 새로운 변화(distinctive new variation)을 제공하여 지식과 기술의 다양성을 증가시키며, 이러한 다양성은 많은 문제를 해결할 수 있는 기술 역량을 확보하여 기술혁신을 촉진하며, 신기술 분야에서 필요한 다양한 지식과 기술을 경험하게 하여 새로운 관점의 사고를 개발하고, 새로운 개선책을 창출하게 해준다[19]. Smart Factory 구축의 핵심영역인 제품개발은 현재의 제품을 개량하는 영역도 있지만 새로움을 추구하는 개발 측면이 강하므로 탐험적 기술혁신이 필요하다. 이러한 연구를 기초하여 기업 내 탐험적 기술혁신은 Smart Factory의 요인인 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 예측을 할 수 있다. 그래서 아래와 같은 가설을 설정하였다.

H7: 탐험적 기술혁신은 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

4. 흡수역량(조절변수)과 Smart Factory 구축과의 관계

흡수역량(absorptive capacity)은 Cohen & Levinthal [28]이 제시한 개념으로, "새로운 정보의 가치를 인식하고 체득하여 상업화시킬 수 있는 능력"으로 정의하였고, 새로운 정보를 획득(acquisition)할 때, 기업이 신 정보와 관련된 지식을 사전에 보유하고 있으면 이해하고 흡수하는데 더 효율적이며. 이것은 새로운 제품이나 아이디어를 얻는데 유익한 결과를 가져오게 된다. 흡수역량의 대표적인 다차원적 개념으로 Zahra and George [29]는 잠재적 흡수역량(potential absorptive capacity)과 실현된 흡수역량(realized absorptive capacity)으로 구분하였다. 그리고 이들은 흡수역량의 구성 차원으로 새로운 지식을 획득(acquisition)하고 동화(assimilation)하며 전환(transformation)하여 활용(exploitation)하는 네 가지 관점을 제시하였으며, 이중 획득과 동화를 결합하여 잠재적 흡수역량(potential absorptive capacity)으로, 전환과 활용을 묶어 실현된 흡수역량(realized absorptive capacity)으로 분석하였다.

흡수역량과 Smart Factory 핵심요인과의 관계 측면에서, Zahra & George[29]는 높은 수준의 흡수역량을 보유한 기업에서는 경쟁기업보다 앞선 선도자의 이점을 활용할 수 있고, 고객의 요구에 신속하게 대응할 수 있어서 경쟁 우위를 점유할 수 있으며, 잠금 효과를 통해 시장점유율을 높이고 고객 층을 두텁게 할 수 있어서 많은 이익창출이 가능하며, 그리고 흡수역량이 높은 중소기업은 외부에서 흡수한 기술자원을 효과적으로 활용함으로써 성과를 높일 수 있으나, 그렇지 못한 기업은 성과를 향상시키는데 어려움이 많다고 주장하며, 흡수역량이 경영성과 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 시사점을 제공하였다[30]. 그리고 Datta[31]는 사업화 혁신을 위한 역량모델의 통합 관련 연구에서 사업화 혁신의 성과를 높이기 위해서는 흡수역량의 강화가 중요하며, 실현적 흡수역량은 기업의 생산역량과 관련되어 성과에 직접적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 또 노종범과 강민형[32]은 잠재적 흡수역량과 실현적 흡수역량은 기술사업화 성과에 긍정적인 영향 관계가 있음을 규명하였다. 신제품 출시속도와 시장성 그리고 특허 수와 활용도 등 기술사업화 성과를 증대시키기 위해서는 외부로부터 습득한 지식과 정보 그리고 보완적 자원을 활용 가능한 형태로 내재화하며 다양한 영역에 활용할 수 있는 역량으로 강화시키는 것이 중요하다.

위 연구를 통하여 흡수역량은 신제품 개발, 기술사업화, 생산역량 확대, 새로운 생산시스템 구축 등 기업에서 새로운 기술을 획득하고 동화하며 전환하고 활용하는 과정을 거쳐 발전 하는데 필요하다는 것을 확인하였다. 이러한 연구를 기초하여 기업 내 흡수역량은 기술혁신과 상호작용하여 Smart Factory의 핵심요인인 생산자동화와 운영·자원관리 시스템, 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단하여 아래와 같은 가설을 설정하였다.

H8: 흡수역량은 활용적 기술혁신과 상호 작용하여 생산자동화에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H9: 흡수역량은 활용적 기술혁신과 상호 작용하여 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H10: 흡수역량은 탐험적 기술혁신과 상호작용하여 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

Ⅲ. 실증연구 설계

1. 연구모형

앞에서 살펴본 가설을 토대로 [그림 1]과 같은 연구모형을 설정하였다. 기업 내부의 조직과 개인의 환경요인 즉 조직요인과 자기효능감은 기술혁신요인(활용적 기술혁신과 탐험적 기술혁신)에 긍정적인 영향을 미치는지와 기술혁신요인은 Smart Factory 구축요인인 생산자동화와 운영·자원관리 시스템 그리고 제품개발에 긍정적인 영향을 미치는지를 검증하는 것이다. 그리고 통제변수인 고용 규모와 Smart Factory 수준은 얼마만큼의 통제 효과가 있는지와 또 조절변수인 흡수역량은 기술혁신 요인과 상호작용을 하여 Smart Factory 구축요인에 긍정적인 영향을 미치는지를 검증하는 것이다.

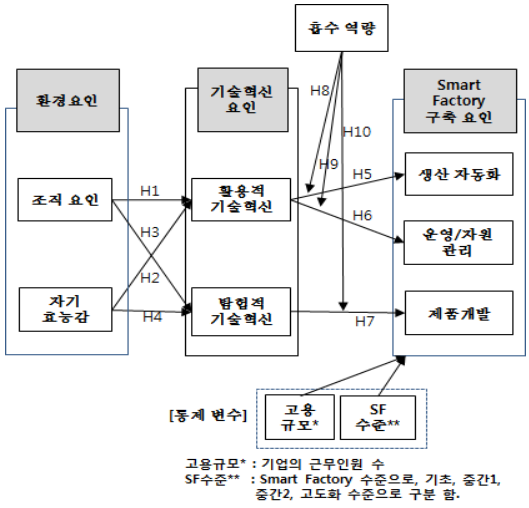

그림 1. 연구모형

2. 변수의 조작적 정의

조작적 정의(Operation Definition)란 어떤 하나의 개념을 정의하는 것을 말하며, 실제로 실행 가능하고 관찰 가능한 조작을 연결시켜 명확하게 구체화 시킨 진술을 의미한다. [표 1]과 같이 연구의 목적을 달성하기 위하여 선행연구로부터 연구변수를 추출하여 연구모형을 확정하였고, 가설을 설정하였으며, 실제로 측정할 수 있도록 연구변수별로 조작적 정의를 설정하였다.

표 1. 변수의 조작적 정의

연구 변수	조작적 정의	관련 연구
조직 요인	.조직 내에서의 업무 표준화와 업무 수행방법 .경영층의 의사결정 집중화 .정보지식 수준의 정도	.Groover and Goslar [33] .Kwon and Zmud[34] .최창혁[7]
자기 효능	.어떤 주어진 일을 성공적으로 해낼 수 있다는 자신감, 신념, 믿음이나 확신	.Bandura[8] .Riggs and Knight[35] .정준수[16]
활용 기술 혁신	.기존 고객을 만족시키고, 기존제품을 개선하여 수익을 증대시키는 활용적 기술혁신	.Jansen et al.[27] .유대원 [25]
탐험 기술 혁신	.새로운 시장과 유통채널, 신제품을 개발하기 위한 탐험적 기술혁신	.Jansen et al. [27] .유대원 [25]
자동 화	.경영자의 생산자동화에 대한 관심과 사용자의 활용 수준 .공장 전체의 생산자동화 수준 .생산자동화 추진 동기	.S. E. Fawcett and M. B. Myers [36] .전상봉[37] .심상범·유인석[38]
운영 자원	.운영·자원관리시스템의 정보품질 수준 .시스템 품질, 서비스품질 수준 .H/W, S/W 구축 수준 및 업무효율	.Mckinney et al. [39] .DeLone and McLean[40]
	향상 수준	.이철승 외[41]
제품 개발	.제품개발에 대한 방침과 프로세스, 정보관리 시스템의 활용 정도, 기술개발에 대한 지원정도, 신제품의 경쟁우위 정도	.C. Curtis & W. E. Lynn[42] .이광수[43]
흡수 역량	외부의 지식, 정보, 시스템, 기술 등을 획득하고, 동화하고, 내재화하며, 활용하는 수준	.S. A. Zahra and G. George[29] .이회선[44]

3. 자료의 수집 및 분석방법

설문구성은 기업 내 조직과 개인의 환경요인 영역, 기술혁신영역, Smart Factory 구축영역, 조절변수인 흡수역량 영역의 4개 영역으로 구성하였고, 잠재변수는 전체 8개 구성하였으며, 설문 측정은 일반항목을 제외한 측정 항목들은 7점 척도로 구성하였다. 설문은 Smart Factory를 구축한(기초 수준 이상) 기업체에서 관련 업무를 주로 하는 인원에게 설문을 받았다. 분석은 SPSS 22를 활용하여 인구통계 항목의 빈도분석을 하였고, Smart PLS 2.0을 활용하여 통계분석을 하였다.

Ⅳ. 실증분석

1. 표본의 특성

조사 대상자 311명의 인구통계학적 특성 파악을 위한 빈도분석 결과는, 성별로는 남성 291명(93.6%), 여성 20명(6.4%), 근속 기간은 5년 미만이 47명(15.1%), 5-10년 미만이 77명(24.8%), 10-15년 미만이 48명(15.4%), 15-20년 미만이 27명(8.7%), 20년 이상이 112명(36%),사업 분야는 기계 소재 분야가 42명(13.5%), 전기 전자 통신 분야가 222명(71.4%), 화학이 29명(9.3%), 기타 18명(5.7%)으로 나타났다. 고용 규모에서는 100명 미만 기업에 근무하는 인원이 76명(24.4%), 100-300명 미만이 54명(17.4%), 300-1000명 미만이 4명(1.3%), 1000-3000명 미만이 3명(1.0%), 3000명 이상이 174명(55.9%)이며, 근무하는 회사의 Smart Factory 수준은 기초 수준이라고 응답한 인원이 147명(47.3%)이고, 중간1 수준이 107명(34.4%), 중간2 수준이 57명(18.3%)으로 나타났다.

2. 요인분석 및 신뢰도 분석

연구에 사용된 측정 항목의 신뢰도를 검증하기 위하여 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 내적 일관성을 측정하는 크론바알파 계수(Chronbach's α)를 사용하였다. 신뢰성 분석은 연구 대상을 반복 측정을 하였을 때도 동일한 값을 얻을 수있는 가능성을 확인하는 것으로, 크론바 알파 계수가 0.7 이상이면 신뢰성이 있다고 말한 Hair et al.[45]의 조건을 충족한, [표 2]와 같은 0.861 이상이 되므로 신뢰성이 충분히 있다.

표 2. 요인 및 신뢰도 분석 결과

측정개념	항목명	요인적재치	Cronbach's α	CR	AVE
조직	조직1 조직2 조직3	0.913 0.917 0.856	0.876	0.924	0.802
자기효능감	효능1 효능2 효능3 효능4 효능5	0.879 0.906 0.836 0.873 0.818	0.914	0.936	0.745
활용혁신	활용1 활용2 활용3 활용4	0.899 0.905 0.856 0.881	0.908	0.935	0.784
탐험혁신	탐험1 탐험2 탐험3 탐험4	0.837 0.873 0.907 0.869	0.892	0.925	0.755
자동화	자동1 자동2 자동3 자동4	0.813 0.864 0.872 0.811	0.861	0.906	0.706
운영자원	운영1 운영2 운영3 운영4 운영5	0.867 0.882 0.909 0.844 0.885	0.931	0.948	0.784
제품개발	개발1 개발2 개발3 개발4 개발5	0.877 0.874 0.834 0.802 0.823	0.898	0.924	0.710
흡수역량	흡수1 흡수2 흡수3 흡수4 흡수5 흡수6	0.861 0.892 0.858 0.899 0.883 0.886	0.941	0.954	0.774

3. 판별 타당성 분석

판별 타당성(Discriminant Validity)의 검증은 AVE(평균분산 추출값) 제곱근 값과 상관관계를 비교하여 검정하였다. 각 잠재변수의 AVE 제곱근 값은 종과 횡의 상관관계 값보다 커야 판별 타당성이 존재하게 된다[46]. 판별 타당성을 분석한 결과 [표 3]과 같이 각 잠재변수의 제곱근 값이 상관관계의 계수의 값들보다 큰 값을 가지므로 본 연구에서 설정한 측정 모형의 판별 타당성은 적정하다고 평가할 수 있다.

표 3. 판별 타당성 분석 결과

측정개념	조직	자기효능	활용혁신	탐색혁신	자동화	운영자원	제품개발	흡수역량	SF수준	고용규모
조직	**0.895**									
자기효능	0.524	**0.863**								
활용혁신	0.670	0.552	**0.885**							
탐색혁신	0.520	0.475	0.731	**0.869**						
자동화	0.624	0.570	0.699	0.548	**0.840**					
운영자원	0.704	0.612	0.691	0.613	0.705	**0.885**				
제품개발	0.713	0.587	0.720	0.668	0.659	0.748	**0.843**			
흡수역량	0.705	0.560	0.773	0.721	0.685	0.766	0.736	**0.880**		
SF수준	0.305	0.143	0.172	0.069	0.337	0.292	0.178	0.239	**1.000**	
고용규모	0.282	0.090	0.132	0.053	0.229	0.148	0.159	0.090	0.581	**1.000**

*상관관계의 대각선 요소는 평균 분산추출값(AVE)의 제곱근 값임.

4. 연구모형과 연구가설의 검증

4.1 연구모형 검증

본 연구에서는 기업 내 조직과 개인의 환경요인을 통한 기술혁신이 Smart Factory의 구축에 미치는 영향에 대하여 검증해 보려고 한다. [그림 2]와 같이 연구가설 검증을 위한 경로 분석과 연구모형의 설명력이 나타나 있다. 설명력을 보면, 기술혁신 영역의 활용적 기술혁신이 50.5%, 탐험적 기술혁신이 32.7%이며, Smart Factory의 핵심영역인 생산자동화가 57.8%, 자원·운영관리가 63.0%, 제품개발이 60.0%를 나타내고 있어서, Falk and Miller[47]가 제시한 적정한 검정력 10%를 초과하고 있다.

4.2 연구가설 검증

연구가설의 조절변수 경로 분석을 검증하기 위하여 [표 4]과 같이 모형 1, 모형 2, 모형 3으로 PLS 통계프로그램을 각각 돌려서 가설에 대한 검증과 통제변수의

영향, 조절변수의 영향을 확인하였다.

모형1은 독립변수와 매개변수, 통제변수, 종속변수로 PLS를 돌렸고, 모형2는 독립변수, 매개변수, 통제변수, 조절변수, 종속변수로 분석하였으며, 모형3은 독립변수, 매개변수, 통제변수, 조절변수, 조절변수의 상호작용, 종속변수로 분석하였다. 아래 분석 내용은 모형 중 Full 모형인 모형3 위주로 기술을 하고자 한다.

(1) 기업 내 조직 및 개인의 환경요인과 기술혁신요인과의 관계

본 연구에서 설정한 가설1의 '조직요인'과 '활용적 기술혁신'은 경로계수 0.525, t-value 11.928, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다. 따라서 조직요인은 활용적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설 1은 지지되었다.

가설2 '자기효능감'과 '활용적 기술혁신'은 경로계수 0.276, t-value 5.825, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

이로써 기업 내 조직, 개인의 환경요인은 활용적 기술혁신에 긍정적인 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

가설3의 '조직요인'과 '탐험적 기술혁신'은 경로계수 0.374, t-value 6.836, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다.

가설4 '자기효능감'과 '탐험적 기술혁신'은 경로계수 0.279, t-value 4.733, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

이로써 기업 내 조직, 개인의 환경요인은 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

(2) 기술혁신요인과 Smart Factory 구축요인과의 관계

가설5 '활용적 기술혁신'과 '생산 자동화'는 경로계수 0.432, t-value 6.770, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다.

가설6 '활용적 기술혁신'과 '운영·자원관리 시스템'은 경로계수 0.282, t-value 3.890, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

이로써 기술혁신요인의 활용적 기술혁신은 Smart Factory의 생산자동화와 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

가설7 '탐험적 기술혁신'과 '제품개발'은 경로계수 0.303, t-value 4.607, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다.

(3) 통제변수와 Smart Factory 핵심요인과의 관계

고용 규모와 생산자동화는 경로계수 0.057, t-value 1.230이며, 고용 규모와 운영·자원관리 시스템은 경로계수 0.004, t-value 0.104이고, 고용 규모와 제품개발은 경로계수 0.138, t-value 3.014로 고용 규모가 큰 대기업일수록 제품개발에 체계적으로 대응한다.

Smart Factory 수준과 생산자동화는 경로계수 0.154, t-value 3.377이며, Smart Factory 수준과 운영·자원관리 시스템은 경로계수 0.114, t-value 2.635이고, Smart Factory과 제품개발은 경로계수 -0.048, t-value 1.109로 나타났다. 특히 Smart Factory 수준이 생산자동화, 운영·자원관리 시스템에 영향을 미치고 있는 것은, 대기업일수록 생산자동화와 운영·자원관리 시스템의 수준이 높다는 것을 의미한다.

(4) 조절변수와 Smart Factory 핵심영역의 관계

조절변수인 흡수역량과 생산자동화는 경로계수 0.319, t-value 5.398이며, 흡수역량과 운영·자원관리 시스템은 경로계수 0.541, t-value 8.017이고, 흡수역량과 제품개발은 경로계수 0.638, t-value 8.341로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

5) 조절변수 상호작용 분석

상호작용의 효과를 검증하기 위하여 수식(1)과 같은 식으로 수치화를 할 수 있다[48].

$$\text{효과 값 } f^2 = \{R^2(\text{상호작용모형}) - R^2(\text{주 효과모형})\} / \{1-R^2(\text{상호작용모형})\} \quad (1)$$

위 식으로 계산하여 값이 0.02=Small, 0.15=Medium, 0.35=Large로 평가하였다[45].

먼저, 조절변수의 상호작용으로 생산자동화의 조절효과 영향 치는, 모형1의 생산자동화 R^2 값이 0.537이고, 모형2의 R^2 값은 0.577이며, 모형3의 R^2 값은 0.578이므로, 효과 값 f^2 = (0.578 - 0.577) / (1 - 0.578)= 0.002이다. 이는 조절 효과가 '매우 낮음'을 알 수 있다.

다음으로 운영·자원관리 시스템의 조절 효과 영향치

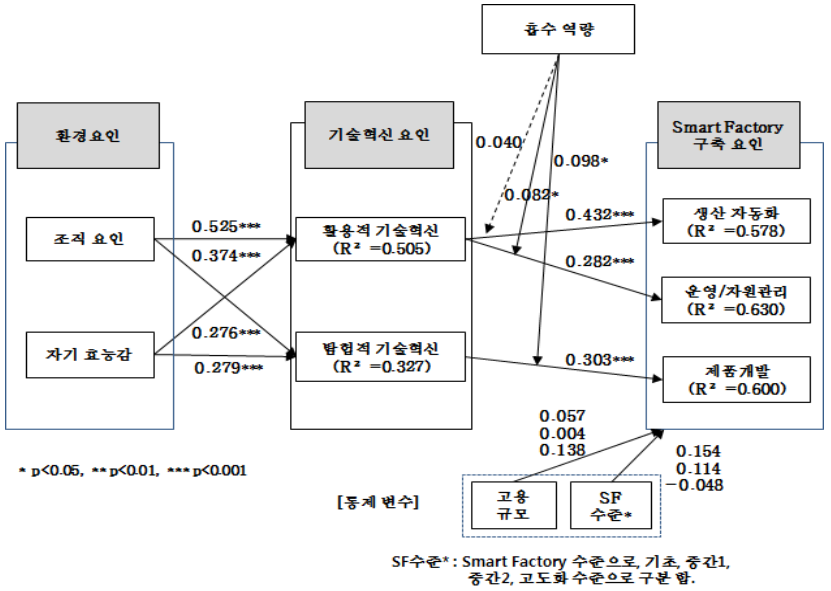

그림 2. 연구모형 검증 결과

표 4. 연구가설 검증 결과

가설	경로	경로계수(t-value)			R^2	채택여부
		모형1	모형2	모형3		
H1	조직→활용적 기술혁신	0.525(11.141)	0.525(11.373)	0.525(11.928)***	0.505	채택
H2	자기효능감→활용적 기술혁신	0.276(5.624)	0.276(5.715)	0.276(5.825)***		채택
H3	조직→탐험적 기술혁신	0.374(6.692)	0.374(6.779)	0.374(6.836)***	0.327	채택
H4	자기효능감→탐험적 기술혁신	0.279(4.572)	0.279(4.729)	0.279(4.733)***		채택
H5	활용적 기술혁신→생산자동화	0.660(14.936)	0.417(6.662)	0.432(6.770)***	0.537	채택
H6	활용적 기술혁신 →운영·자원관리	0.662(18.007)	0.250(3.628)	0.282(3.890)***	0.511	채택
H7	탐험적 기술혁신→제품개발	0.658(19.519)	0.279(4.697)	0.303(4.607)***	0.469	채택
고용 규모(통제변수)→생산 자동화		0.018(0.389)	0.053(1.150)	0.057(1.230)		
고용 규모(통제변수)→운영·자원관리		−0.065(1.295)	−0.004(0.091)	0.004(0.104)		
고용 규모(통제변수)→제품개발		0.075(1.411)	0.119(2.594)	0.138(3.014)		
1)SF 수준(통제변수)→생산 자동화		0.213(4.488)	0.158(3.426)	0.154(3.377)		
SF 수준(통제변수)→운영·자원관리		0.217(4.490)	0.122(2.830)	0.114(2.635)		
SF 수준(통제변수)→제품개발		0.091(1.992)	−0.039(0.888)	−0.048(1.109)		
흡수 역량(조절변수)→생산 자동화			0.320(5.685)	0.319(5.398)***	0.577	
흡수 역량(조절변수)→운영·자원관리			0.543(8.063)	0.541(8.017)***	0.624	
흡수 역량(조절변수)→제품개발			0.634(8.861)	0.638(8.341)***	0.592	
H8	활용적 기술혁신 * 흡수역량 →생산 자동화			0.040(0.704)	0.578	기각
H9	활용적 기술혁신 * 흡수역량 →운영·자원관리			0.082(1.711)*	0.630	채택
H10	탐험적 기술혁신 * 흡수역량 →제품개발			0.098(1.688)*	0.600	채택

주) *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001
1)SF : Smart Factory

는, 모형1의 R^2 값이 0.511이고, 모형2의 R^2 값은 0.624이며, 모형3의 R^2 값은 0.630이므로, 효과 값 f^2 는 계산식에 의해 0.016이다. 이는 작음=0.02에 못 미치는 영향치를 나타내고 있다.

세 번째 제품개발의 조절 효과 영향 치는, 모형1의 R^2 값이 0.469이고, 모형2의 R^2 값은 0.592이며, 모형3의 R^2 값은 0.600이므로, 효과 값 f^2는 계산식에 의해 0.02이다. 이는 영향치가 작음을 나타낸다.

가설8, 흡수역량은 활용적 기술혁신과 상호 작용하여 생산자동화에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설은 경로계수 0.040, t-value 0.704로 기각되었으며,

가설9, 흡수역량은 활용적 기술혁신과 상호 작용하여 운영·자원관리시스템에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설은 경로계수 0.082, t-value 1.711로 95% 수준에서 유의한 것으로 나타났다.

가설10, 흡수역량은 탐험적 기술혁신과 상호 작용하여 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설은 경로계수 0.098, t-value 1.688로 95% 수준에서 유의한 것으로 나타났다.

V. 결 론

1. 연구결과 요약

본 연구결과에 대한 요약은 다음과 같다.

첫째, 기업 내의 조직요인과 개인특성인 자기효능감은 활용적 기술혁신과 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 검증이 되었다. 이는 회사의 조직 요인(업무의 규정, 절차, 표준화, 수행방법, 의사결정 권한, 정보시스템 활용 수준)은 활용적 기술혁신과 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미치며, 구성원 개인적인 특성인 자기효능은 활용적 기술혁신과 탐험적 기술혁신에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 입증되었다. 이는 Walumbwa et al., [15]이 연구한 "높은 수준의 자기효능감을 가진 부하들은 자기 확신을 더욱 크게 느끼며, 높은 목표를 설정하고 도전하여 과업을 수행하므로 많은 성과를 도출하는 긍정적인 관계가 있다"고 한 내용과 상통한다.

둘째, 기술혁신 영역인 활용적 기술혁신은 Smart Factory 핵심 영역인 생산자동화와 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 Katila and Ahuja[26]가 연구한 "활용적 기술혁신 활동은 기존 기술 분야에 대한 지식과 경험을 토대로 흡수능력을 강화시켜 독특한 기술 역량을 확보할 수 있어서 더 효과적인 기술의 조합과 응용을 할 수 있다"는 연구의 내용과도 부합된다.

셋째, 기술혁신영역인 탐험적 기술혁신은 Smart Factory 핵심 영역인 제품개발에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 제품개발은 기존에 있던 제품을 고객의 요구에 맞게 새롭게 개량하거나 현재까지 존재하지 않았던 신규의 제품을 개발하는 것이다. 이는 Ahuja and Lampert[19]가 연구한 "탐색적 혁신활동은 기업에 독특한 새로운 변화(distinctive new variation)를 추가하여 지식의 다양성을 증가시키며, 새로운 기술 분야에 필요한 다양한 지식과 관점을 경험하여 새로운 해결책을 도출하게 해준다". 이러한 탐험적 기술혁신 이론과 부합하여 제품개발에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

넷째, 조절변수인 흡수역량 즉 외부의 지식을 흡수하고 동화하며 전환하여 활용하는 흡수역량은 Smart Factory의 구축요인 3가지에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 Tzokas et al.[49]이 연구한 "흡수역량이 높은 기업은 외부의 지식을 받아들이고 활용함으로써 환경의 급격한 변화에서도 소기의 성과를 창출시키고, 향상시키며 생존할 수 있다"고한 내용과도 일치하는 의미이다.

다섯째, 조절변수인 흡수역량은 활용적 기술혁신이 운영·자원관리시스템에 영향을 미칠 때 조절 효과가 있으나, 생산자동화에는 조절 효과가 없음으로 확인되었고, 흡수역량은 탐험적 기술혁신이 제품개발에 영향을 줄 때 조절 효과가 있음으로 확인되었다.

2. 연구의 의의 및 시사점

본 연구의 의의 및 이론적 시사점은, 중소·중견·대기업의 Smart Factory 구축에 관한 실증연구로, Smart Factory를 구축할 때 기업의 현재 수준이나 상황 등을 고려하지 않고 구축하는 것보다, 해당 기업의 내부적인 조직요인과 구성원들의 자기효능감 그리고 기술혁신 역

량과 흡수역량을 고려하면 효과적인 Smart Factory를 구축할 수 있다는 것을 입증하였다. Smart Factory를 구축하려는 기업에서 본 연구를 활용하면 효과적으로 구축할 수 있을 것이다. 그리고 본 연구는 Smart Factory 구축에 대한 실증연구를 한 것으로 다른 연구와는 차별화가 되며, 학문적으로도 기업의 환경요인과 기술요인을 고려하면 효율성 높은 Smart Factory를 구축할 수 있다고 실증연구를 통하여 검증된 이론적인 토대를 마련하였다.

실무적인 시사점은 다음과 같다.

첫째, Smart Factory를 구축하려는 기업은, 자사에서 Smart Factory를 왜 구축하려는지? 구축하려는 최종의 목표는 어디까지인지? 를 먼저 설정하고, 그 Master Plan에 의하여 단계적으로 구축을 해야 한다. 그런 것 없이 운영시스템이나 생산자동화를 구축하면, 확장 시 호환성이 없어서 재구축을 하는 경우가 발생할 수 있다.

둘째, Smart Factory를 구축할 때 궁극적인 목표를 생산성 향상과 품질향상에 중점을 두어야 기업이 지속 성장하는데 바탕이 된다. 생산 활동의 비즈니스 프로세스상에 운영시스템(MES, ERP, 대시보드 등)을 설치해 놓고 Smart Factory를 구축했다고 말하는 기업이 많다. 운영시스템은 단지 생산 활동 운영상의 현상이나 문제점을 나타내 주는 것이고, 나타난 문제점을 개선 활동과 연계해서 실행해야 생산성과 품질이 개선되는 것이다. 운영시스템을 설치해 놓았다고 저절로 생산 수량이 증가되고 불량품 수량이 줄어드는 것이 아님을 알아야 한다.

셋째, Smart Factory를 구축하기 전에 Smart Factory에서 해야 할 업무를 표준화하고 정형화하여 진행해야 한다. 시스템에서 구축하려고 하는데 아직 실행하지 않고 있는 업무가 있다면 우선 틀을 만들고 단순 전산화로 업무 개선을 하면서 시스템화해야 한다.

3. 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 Smart Factory를 기초 수준 이상으로 구축한 업체에서 관련 업무를 수행하는 인원을 대상으로 그들이 구축 활동을 하면서 느끼고 고민하고, 개선해야 할 점이나 바람직한 방향이라고 생각하는 것 등을 실증연구로 검증하는 즉 개인을 대상으로 하는 연구 목표를 수립하고, 설문을 설계하여 진행하였다. 설문(n=311개) 중 Smart Factory 기초 수준이 47.3%, 중간 1수준이 34.4%, 중간2 수준이 18.3%로 점유하고 있다. 이중 기초 수준 47.3%는 대부분 중소기업이며, 우리나라의 중소기업들은 Smart Factory 구축 기간이 얼마 지나지 않은 상태이어서 대부분 기초 수준이다. 그리고 아직 고도화 수준은 없다. 2022년도까지 3만 개를 구축한다고 정부 차원에서 지원 활동을 하고 있으므로, 그 이후에는 더 발전하여 기초 수준에서 중간 1, 중간 2 수준으로 발전할 것이다. 그러면 향후는 더 수준이 향상된 상태에서 연구가 이루어질 수 있을 것이다. 그리고 본 연구는 개인 단위의 실증연구이다 보니 Level-issue가 존재하여, 통제변수인 '고용 규모'와 'Smart Factory 수준'을 사용하여 영향 치를 파악하였다. 이후에는 Smart Factory가 더 많이 구축될 것이므로, 더 많은 기업과 개인을 대상으로 확대하여 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 중소벤처기업부, *2022년까지 스마트공장 3만개 구축으로 제조 강국 실현*, 2018.

[2] 최영환, *중소기업 스마트 팩토리 제조 운영 성숙도 측정을 위한 평가모델*, 충북대학교, 박사학위논문, 2019.

[3] 진성옥, 서영욱, "중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축연구," 융합정보논문지, 제9권, 제7호, pp.67-77, 2019.

[4] 국가기술표준원, *KS_C_NEW_2016_3315*, 2016.

[5] S. P. Tobbins, *Organization Theory: Structure Designs and Applications*, Prentice-Hall International, Vol.67, 1990.

[6] 이경호, "중앙행정기관의 조직특성과 조직효과성의 관계에 관한 연구," 행정논총, 제52권, 제1호, pp.1-34, 2014.

[7] 최창혁, *중소기업의 MES(생산관리 시스템) 도입요인이 경영성과에 미치는 영향*, 강원대학교, 박사학위논문, 2018.

[8] A. Bandura, "Self-Efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change," Psychological Review, Vol.84, No.2, pp.191-215, 1977.

[9] 정은정, 조경희, "감성리더십이 자기효능감에 미치는 영

향 연구: 감성지능의 조절효과를 중심으로," Tourism Research, 제40권, 제1호, pp.81-103, 2015.

[10] N. Garcia-Sanchez and L. E. Perez-Bernal, "Determination of Critical Success Factors in Implementating an ERP System: A Field Study in Mexican Enterprise," Information Technology for Development, Vol.13, No.3, pp.293-309, 2007.

[11] 이종호, 주상호, "통합적 관점에서 ERP시스템과 기업 내부성과에 관한 연구," 경영교육논총, 제34집, pp.427-447, 2004.

[12] 정철호, 정영수, "ERP 도입 시 변화관리 특성이 구현성과에 미치는 영향에 관한 연구," 경영과 정보연구, 제29권, 제1호, pp.177-205, 2010.

[13] E. T. Wang and J. C. F. Tai, "Factors Affecting Information Systems Planning Effectiveness: Organizational Contexts and Planning Systems Dimensions," Information & Management, Vol.40, No.4, pp.287-303, 2003.

[14] 박창연, *ERP 도입요인이 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구,* 서강대학교, 석사학위논문, 2002.

[15] F. O. Walumbwa, J. J. Lawler, B. J. Avolio, P. Wang, and K. Shi, "Transformational leadership and work-related attitudes: The moderating effects of collective and self-efficacy across cultures," Journal of Leardership and Organizational Studies, Vol.11, No.3, pp.2-16, 2005.

[16] 정준수, *변혁적 리더십과 자기효능감이 혁신과업 행동에 미치는 영향,* 가천대학교, 박사학위논문, 2018.

[17] J. G. March, "Exploration and exploitation in organizational learning," Organization Science, Vol.2, No.1, pp.71-87, 1991.

[18] M. J. Benner and M. L. Tushman, "Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited," Academy of Management Review, Vol.28, No.2, pp.238-256, 2003.

[19] G. Ahuja and C. M. Lampert, "Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions," Strategic Management Journal, Vol.22, No.6, pp.521-543, 2001.

[20] 김흥복, *메카트로닉스 자동화 기술 개론*, 서울: 월간 메탈넷코리아, 2007.

[21] D. Zuehlke, "Smart Factory—Towards a Factory-of-Things," Annual Reviews in Control, Vol.34, No.1, pp.129-138, 2010.

[22] 조용주, "4차 산업혁명 시대에 국내 스마트팩토리 추진전략," 정보과학회지, 제35권, 제6호, pp.40-48, 2017.

[23] L. Rochford, "Generating and Screning New Product Ideas," Industrial Marketing Management, Vol.20, No.4, pp.287-296, 1991.

[24] Z. L. He, P. K. Wong, and Poh-Kam, "Exploration vs. exploitation: An empirical test of ambidexterity," Organization Science, Vol.15, No.1, pp.481-494, 2004.

[25] 유대원, *중소기업의 리더십과 정보기술이 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구- 동적역량 및 기술 혁신을 중심으로-,* 대전대학교, 박사학위논문, 2017.

[26] R. Katila and G. Ahuja, "Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction," Academy of management journal, Vol.45, No.6, pp.1183-1194, 2002.

[27] J. J. Jansen, H. W. Volberda, and F. A. Van Den Bosch, "Exploratory innovation, exploitative innovation, and ambidexterity: The impact of environmental and organizational antecedents," Schmalenbach Business Review, Vol.57, No.1, pp.351-363, 2006.

[28] W. M. Cohen and D. A. Levinthal, "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation," Administrative Science Quarterly, Vol.35, No.1, pp.128-152, 1990.

[29] S. A. Zahra and G. George, "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension," Academy of Management Review, Vol.27, No.2, pp.185-203, 2002.

[30] C. Lee, K. Lee. and J. M. Pennings, "Internal capabilities, external networks, and performance: a study on technology-based ventures," Strategic management journal, Vol.22, No.6, pp.615-640, 2001.

[31] A. Datta, "Combining networks, ambidexterity and absorptive capacity to explain commercialization of innovations: a theoretical model from review and extension," Journal of Management & Strategy, Vol.2, No.4, pp.1-24, 2011.

[32] 노종범, 강민형, "기술집약적 기업의 사회적 자본과 흡수역량이 기술사업화 성과에 미치는 영향에 관한 실증연구," 산업혁신연구, 제32권, 제1호, pp.31-71, 2016.

[33] V. Groover and M. D. Goslar, "The Initiation, Adoption, and Implementation of Telecommunications Technologies in U.S. Organization," Journal of Management Information System, Vol.10, No.1, pp.141-163, 1993.

[34] T. H. Kwon and R. W. Zmud, *Unifying the Fragmented Models of Information Systems Implementation,* Critical Issues in Information Systems Research, John Wiley and Sons Ltd., New York, 1987.

[35] M. L. Riggs and P. A. Knight, "The Impact of Perceived Group Success- Failure in Motivational Beliefs and Attitude: A Casual Model," Journal of Applied Psychology, Vol.79, No.5, pp.755-766, 1994.

[36] S. E. Fawcett and M. B. Myers, "Product and Employee Development in Advanced Manufacturing: Implementation and Impact," INT. J. PROD. RES, Vol.39, No.1, pp.65-79, 2001.

[37] 전상봉, *공장자동화의 영향요인에 관한 실증적 연구,* 경남대학교, 박사학위논문, 1994.

[38] 심상범, 유인석, "도요다생산시스템의 기업문화가 생산관리 목표 및 경영성과에 미치는 영향," 상품학 연구, 제27권, 제3호, pp.109-122, 2009.

[39] K. Mckinney, V. Yoon, and F. M. Zahedi, "The Measerment of Webcustomer Satisfaction: An Expectation and Disconfirmation Approach," Information Systems Research, Vol.13, No.3, pp.296-315, 2002.

[40] W. H. DeLone and E. R. McLean, "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update," Journal of Management Information Systems, Vol.19, No.4, pp.9-30, 2003.

[41] 이철승, 정철, 고일상, "기업지원 정보서비스의 품질과 조직특성 요인이 서비스 활용과 기업성과에 미치는 영향에 관한 연구," 한국경영정보학회 춘계학술대회, pp.486-492, 2008.

[42] C. Curtis and W. E. Lyn, "Balanced Scorecards for New Development," Journal of Cost Management, Vol.15, No.1, pp.39-51, 1997.

[43] 이광수, *신제품 개발성과에 영향을 미치는 활동 요인에 관한 연구,* 서경대학교, 박사학위논문, 2011.

[44] 이회선, *흡수역량이 기업 핵심역량 및 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구- 직·간접효과 검증-* 성균관대학교, 박사학위논문, 2017.

[45] J. F. Hairs, R. R. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black, *Multivariate Data Analysis: With Readings, 4th ed.* Prentice Hall, 1998.

[46] C. Fornell and D. F. Larcker, "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error," Journal of Marketing Research, Vol.18, No.1, pp.39-51, 1998.

[47] R. F. Falk and N. B. Miler, *A premier for soft modeling Akron. Ohio,* The University of Akron, 1992.

[48] J. Cohen, "A power primer. Psychological Bulletin," Vol.112, No.1, pp.155-159, 1992.

[49] N. Tzokas, Y. A. Kim, H. Akbar and H. Al-Dajani, "Absorptive capacity and performance: The role of customer relationship and technological capabilities in high-tech SMEs," Industrial Marketing Management, Vol.47, No.1, pp.134-142, 2015.

저 자 소 개

진 성 옥(Sung-Ok Jin) 정회원

- 1985년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 2018년 2월 : 대전대학교 융합컨설팅학과(경영컨설팅학석사)
- 2018년 2월 ~ 현재 : 대전대학교 융합컨설팅학과 박사과정
- 1985년 1월 ~ 현재 : LS산전 근무
- 저서 : 중소기업 Smart Factory 구축방법론(1권, 2권)

〈관심분야〉 : 제조업 Smart Factory 컨설팅

서 영 욱(Young Wook Seo) 정회원

- 2000년 8월 : 성균관대학교 경영대학원(경영학석사)
- 2009년 2월 : 성균관대학교 일반대학원(경영학박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 융합컨설팅학과 교수

〈관심분야〉 : 경영, IT컨설팅, 지식경영, 창의성, 소프트웨어 품질