

중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축 연구

진성옥¹, 서영욱^{2*}

¹대전대학교 융합컨설팅학과 박사과정, ²대전대학교 융합컨설팅학과 교수

A Study on the Establishment of Smart Factory through the Environmental Factors and Absorption Capacity of Small and Medium Businesses

Sung-Ok Jin¹, Young Wook Seo^{2*}

¹Student, Dept. of Business Consulting, Daejeon University

²Professor, Dept. of Business Consulting, Daejeon University

요 약 많은 중소기업이 Smart Factory를 구축할 때 기업 내·외부의 환경변화나 구성원들의 역량 등 기업이 처해있는 상황에 대한 충분한 고려 없이 구축하고 있다. 그래서 구축 후 활용도와 효과도 낮다. 본 연구는 '중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축'을 실증연구를 통하여 검증해 보는 것이다. 설문은 Smart Factory를 구축한 중소기업에서 관련 업무를 하는 인원에게 받았다. 연구결과는, 첫째, 기업 내·외부의 환경요인은 기업 내부의 흡수역량에 긍정적인 영향을 미쳤다. 둘째, 기업 내부의 흡수역량은 Smart Factory 구축에 긍정적인 영향을 미쳤다. 위의 입증을 통해서 중소기업에서 Smart Factory를 구축할 때 기업의 내·외부 환경요인과 흡수역량을 바탕으로 Smart Factory 핵심영역을 구축하면 효과적이라는 것이 입증되었다. 향후는 Smart Factory 구축성과의 연구를 하고자 한다.

주제어 : 스마트팩토리, 흡수역량, 생산자동화, 운영·자원관리시스템, 제품개발, 공급사슬관리

Abstract Many small and medium-sized enterprises are deploying Smart Factory without due consideration of the circumstances in which the entity is in or outside of the entity, such as environmental changes and the capabilities of its members. Therefore, utilization and effectiveness are also low after deployment. This study verifies 'the establishment of a Smart Factory through the environmental factors and absorption capabilities of small businesses' through empirical research. The survey was received by people working for small and medium-sized companies that have established Smart Factory. The results of the study showed that first, environmental factors within and outside the company had a positive effect on the absorption capacity within the company. Second, the absorption capacity within a company has had a positive effect on the deployment of a Smart Factory. Based on the above proof, it has been proved to be effective if the core areas of the Smart Factory are built on the basis of the company's internal and external environmental factors and absorption capabilities when constructing Smart Factory in small businesses. In the future, we will study the achievements of smart factory construction.

Key Words : Smart factory, Absorption capacity, Production automation, Operation and Resource management system, Product development, Supply chain management

*Corresponding Author : Young-Wook Seo(ywseo@dju.kr)

Received June 25, 2019

Accepted July 20, 2019

Revised July 10, 2019

Published July 28, 2019

1. 서론

정부에서는 중소기업의 경쟁력을 높여 제조 강국으로 도약하기 위하여 Smart Factory 구축을 장려하고 있다. 그리고 중소기업들도 정부의 지원을 바탕으로 Smart Factory를 구축하려고 많은 노력을 하고 있다. Smart Factory는 생산라인은 물론이고 제품개발, 생산 운영시스템, 기업의 자원관리시스템, 공급사슬관리 등 기업체 전반적인 생산시스템을 변혁하는 것이다. 지금까지 없거나 있던 생산시스템을 개발하거나 통합화하는 것으로, 외부의 빠른 기술환경 변화에 대응해야 하고, 자사에서 새로운 시스템 구축과 활용에 대하여 체계적이고 조직적으로 대응하는 능력이 필요하며, 새로운 변화에 대응하는 변화관리 능력, 조직 구성원들이 새로운 시스템을 구축하고 활용하며 발전시킬 수 있는 능력이 있어야 한다. 그러나 많은 중소기업이 Smart Factory에 대하여 이해가 부족하여 Smart Factory를 구축하면 무엇이 좋아지는지? 자사가 Smart Factory를 구축할 여건이 되는지? 구축하면 활용을 할 수 있는지 등이 고려되지 않고 Smart Factory를 구축하고 있다. 즉 Smart Factory를 구축하는 중소기업의 내·외부 환경요인이나 새로운 시스템을 적용하고 활용할 수 있는 내부의 흡수역량은 고려하지 않고 Smart Factory를 구축하고 있는 것이 사실이다. 그래서 본연구에서는 Smart Factory를 구축할 때 조직 내·외부의 환경요인과 흡수역량이 Smart Factory 구축에 영향을 미치는지를 검증하고, 본 연구의 결과가 Smart Factory를 구축하고 있는 많은 중소기업이 활용하여 시행착오 없이 구축하였으면 한다.

2. 이론적 배경

2.1 외부 환경 요인

중소기업에서 MES(제조실행시스템) 도입은 그 회사의 조직 구조뿐만 아니라 업무 프로세스 등 조직 전반적인 부분에 영향을 끼치게 되므로 시스템을 성공적으로 설치하고 활용해야 한다. 그러기 위해서는 조직 구조와 기업 내·외부의 경영환경, 과업특성과 같은 조직상황을 반영해야 한다. 그중 환경요인으로는 정보시스템 불확실성, 시장 불확실성, 산업 내 경쟁 강도의 세 가지를 도출하였다[1].

2.2 조직요인

새로운 생산시스템을 도입하기 위해서는 조직 내 업무의 표준화, 단순화, 공용화가 필요하다. 조직 구성원들이 업무

를 수행할 때 스스로 주관적인 판단으로 행동하지 않게 하고, 규정과 Rule, 업무 절차에 의하여 판단하고 실행하게 한다. 즉 조직 구조의 공식화가 필요하다. 공식화된 업무가 많을수록 처리 규정과 지침이 구체적으로 존재하여 새로운 시스템에 대한 조직 대응력이 증가된다[2,3].

2.3 변화관리

변화관리 관행이 기업의 지속가능성을 통해 경쟁우위를 창출하기 위한 조건이며, 변화관리행 정도에 따라 기업이 혁신 잠재력을 실현하는데 차이가 발생한다는 것을 시사한다. 변화관리 조치가 제조 분야의 회사 실적에 잠재적으로 어떻게 영향을 미칠 수 있는가에 대한 지침과 개선된 계획 및 리더십 사례가 지속가능성 성과에 미칠 수 있는 영향에 대한 지침을 제공하였다[4].

2.4 흡수역량

흡수역량의 개념이 지식관리 프로세스 관점에서는 '새로운 가치를 창출하기 위한 일상적이고 지속적인 전략적 프로세스이다.' 잠재된 흡수역량(potential absorptive capacity)은 지식의 획득과 흡수를 말하며, 실현된 흡수역량(realized absorptive capacity)은 외부로부터 흡수한 지식의 내재화와 활용을 말한다. 흡수역량의 구성으로 지식을 획득(acquisition)하고 동화(assimilation)하며 전환(transformation)하고 활용(exploitation)하는 네 가지 단계를 제시하였으며, 그중에 획득하고 동화하는 단계를 잠재적 흡수역량이라고 구분하였고, 전환하고 활용하는 단계를 실현된 흡수역량이라고 분석하였다[5].

2.5 Smart Factory 개념

Smart Factory는 전통 제조산업에 정보통신기술을 결합하여 단위 공장의 생산라인 및 장비, 공정이 연결되고 지능화되며, 모든 생산 Data와 정보가 실시간으로 공유되어, 최적화된 생산 운영이 가능한 공장이다. 그리고 확장하여 모기업과 협력회사 공장들과의 협업적인 운영을 지속하는 생산체계다. 광의적으로는 생산 비즈니스 전반에 최적화를 가능하게 하며, 유연한 상호 운영성을 갖춘 지능형 자동화 설비와 생산 운영을 통합하고 개방하여 고객과 소통하는 공장을 말한다[6].

2.6 생산자동화

자동화는 작업공정 자체의 무인화뿐만 아니라, PLC(Programmable Logic Controller)나 Embedded Equipment Controller와 같은 제어 도구를 사용하여 작업 시퀀싱, 카운팅, 논리 연산, 특정 Task의 시작과 끝, 셋업 조정, 공정/작업/자체 모니터링 등 기계와 공정에서 필요한 특수한 기능들에 대한 의사 결정 시 사람의 개입을 최소화하여 처리하는 것이 핵심이다. 단순한 논리 제어에서부터 고성능 컴퓨터를 장착하여 실시간으로 아날로그 신호를 처리하고, 수집된 데이터를 바탕으로 Machine Learning 기술의 더 지능화된 형태로 발전하고 있다[7].

2.7 운영·자원관리 시스템

Smart Factory 핵심영역 중의 하나인 운영·자원관리 시스템을 대표하는 중요한 시스템은 제조실행시스템(MES)과 전사적 자원관리 시스템(ERP)이다. 1992년 MES(Manufacturing Execution System)라는 용어를 처음 사용하기 시작한 곳은 미국 AMR (Advanced Manufacturing Research) 사로, 제조업의 시스템 계층 구조를 계획과 실행, 그리고 제어하는 세 계층으로 구분하며, 그중에 실행하는 영역을 MES로 정의하였다. 제조실행시스템(MES)의 구현 및 사용은 기업 내 생산자동화와 관련된 활동을 활성화할 수 있으며, MES는 생산공정의 시행을 직접 지원하고, 동시에 생산 기업의 유지보수 부서에서 실행하는 활동을 지원하기 위해 사용된다[8].

2.8 제품개발

신제품의 분류에 대하여 다음과 같이 여섯 개의 유형으로 분류하였다. 첫째, 세계최초 제품(New-to-The-World Product)으로 전체 신제품 범주의 10% 정도 차지하며, 둘째 신제품군(New Product Line)으로 신제품의 약 20%에 해당되며, 셋째 기능 강화(Additional to Existing Product Line)제품으로 약 26%를 차지고, 넷째 기존제품의 기능개선 및 수정(New and Improved Product)으로 전체 중 26%를 차지한다. 다섯째 재구성(Re-Positioning)으로 전체의 약 7%를 차지하며, 여섯째, 비용 절감(Cost Reduction)으로 전체의 약 11% 정도를 차지한다[9].

2.9 공급사슬관리

SCM(Supply Chain Management)은 제조업의 비즈니스시스템 중에 공급사슬 상의 흐름에서 제품 생산을 위한

자재 발주, 구매, 조달, 제조, 보관, 운송, 유통, 판매에 이르는 전 과정의 최적화를 추구하는 것으로 공급사슬의 관리 측면에 중점을 두었다[10].

3. 실증연구 설계

3.1 연구모형 개발

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축에 관한 연구로, 기업의 외부 산업환경요인과 기업 내부의 조직요인과 변화관리 요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미치는지를 검증하는 것이다. 또 흡수역량은 Smart Factory(생산자동화, 운영·자원관리 시스템, 제품개발, 공급사슬관리) 구축에 긍정적인 영향을 미치는지를 실증 분석을 통하여 입증해 보려고 한다.

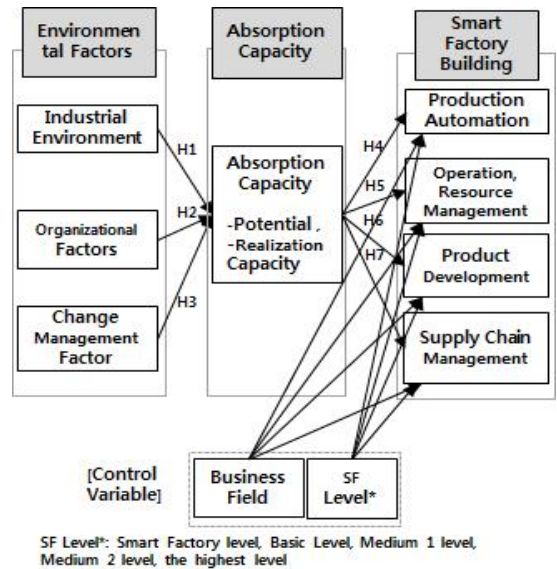


Fig. 1. Research model

3.2 연구가설의 수립

3.2.1 기업 내·외부 환경요인과 흡수역량의 관계

기업은 빠르고 복잡하게 변화하는 환경에 대응하기 위하여는 정보기술의 도입과 활용은 필수이다. 환경 불확실성의 정도가 높은 기업의 경우 경영자들은 더 많은 비재무적, 예측, 전략적 정보와 통합된 정보를 필요로 하게된다[11]. 새로운 시스템의 도입성과를 높이기 위해서는 시스템에 부합하는 업무 프로세스와 시스템의 도입, 활용이 가능하도록 조직 구조와 문화를 혁신하며, 구성원들의 수준 향상을 위

하여 필요한 제반 변화관리 활동들을 실행하여야 한다[12]. 외부의 지식과 정보, 기술을 획득하고 동화하는 수준과 내재화하고 활용하는 수준이 흡수역량이다[5]. 조직 구성원이 중심이 되는 조직문화는 흡수역량에 양(+의 영향을 미치며, 기업이 속한 산업의 환경과 특성에 따라 차이가 있고 대응해야 하는 경쟁우위 전략은 흡수역량에 정(+의 영향을 미친다[13]. Smart Factory를 구축하려면 외부의 환경요인과 기업 내부의 조직요인 그리고 변화관리요인에서 도출되는 필요기술이나 시스템을 받아들여 내재화하고 적용하여 발전시켜야 한다. 그러므로 기업 내·외부의 환경요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- H1: 외부 산업환경 요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- H2: 기업 내부 조직요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것이다
- H3: 기업 내부의 변화관리 요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3.2.2 흡수역량과 Smart Factory 구축과의 관계

흡수역량이 높은 기업일수록 외부의 지식을 받아들이고 활용함으로써 급격한 환경변화에서도 목적하는 성과를 창출하고, 향상시켜 생존할 수 있다[14,15]. 공장자동화의 영향요인에 관한 변수로서 인적역할 수준 측면과 공정기술 간 적합성 측면, 기술통합 수준에 관한 측면, 기업환경 특성 측면으로 구분을 하였으며[16], 운영·정보시스템은 기존 정보 품질의 속성에 기초하여 웹사이트의 특성을 고려한 측정 항목으로 정확성, 적절성, 신뢰성, 충분성, 이해 가능성, 사용 편리성을 제시하였고[17], 신제품의 경쟁우위는 자원과 기술이 경쟁기업보다 상대적으로 우월한 신제품을 개발하는 독특한 역량으로 표현되고 있다[18]. 공급사슬관리 측면에서는 내부 기능조직과 외부 공급사슬 참여 기업과의 효율성을 높여야 하므로 각 구조적 단계 정보시스템을 이용하여 네트워크로 연결하고 협업을 해야 한다[19]. Smart Factory의 핵심요인을 구축하는 것은 대부분 기존에 없던 새로운 것을 구축해야 하므로 신기술이나 새로운 시스템을 외부로부터 도입해서 구축하고 활용하면서 기술을 축적해야 한다. 그러므로 흡수역량은 Smart Factory 구축에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- H4: 흡수역량은 생산자동화에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H5: 흡수역량은 운영·자원관리 시스템에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H6: 흡수역량은 제품개발에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

H7: 흡수역량은 공급사슬관리에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3.3 변수의 조작적 정의

Table 1과 같이 연구모형의 잠재변수(산업환경, 조직요인, 변화관리요인, 흡수역량, 생산자동화, 운영·자원관리 시스템, 제품개발, 공급사슬관리)별로 선행연구를 통하여 본 논문의 조작적 정의와 설문을 작성하였다.

Table 1. Operational Definition of Variables

Research Variable	Operational Definition	Relevant Research
Industrial Environment	.Development and Change of Information Technology .Technology Changes for the Product .Changes in customer preferences	J. Pfeffer & H. Leblebici [20] J. Y. L. Thong [21] J. S. Jung [11]
Organizational Factors	.Standardize work within an organization .How to perform a task .Degree of information level	V. Groover & M. D. Goslar [22] C. H. Cheo [11]
Change Management	.System Usage Efforts .System Builder's Expertise . Communication of members to use the system	D. B. Stoddard & S. L. Jarvenpaa [23] T. M. Somers & K. Nelson [24]
Absorption Capacity	.The level at which external knowledge, information, and skills are acquired and assimilated .The level of internalization and utilization of acquired external knowledge, information, and technology	S. A. Zahra & G. Geroge [5] H. S. Lee [13] I. B. Sohn [25]
Production Automation	.Management's interest in automation .User utilization level .Factory-wide level .Propulsion motive	S. E. Fawcett & M. B. Mjers [26] S. B. Jeon [16] S. B. Shim & I. S. Yoo [27]
Operation, Resource Management	.information quality of system .Quality of system .Quality of service .H/W, S/W Deployment .Improving work efficiency	K. McKinney et al. [17] W. H. DeLone et al. [28]. C. H. Lee [29]
Product Development	.Policies and processes for product development .Utilization degree of Information Management System .Level of support for technology development degree of competitive advantage in new products	C. Curtis & W. E. Lynn [30] E. W. Eldred & M. E. McGrath [31] K. S. Lee [32]
Supply Chain management	.Information sharing with business partners .Degree of supply of good parts .Competitive Advantage with SCM Deployment .Degree of SCM investment	M. C. Cooper et al. [33] J. C. David et al. [34] Q. Cao & S. Dowlatchahi [35] J. K. Kil [36]

3.4 자료의 수집 및 분석방법

설문구성은 기업 내·외부 환경 영역, 흡수역량 영역, Smart Factory 구축의 3개 영역으로 구성하였고, 잠재변수는 전체 8개 구성하였으며, 설문 측정은 일반항목을 제외한 모든 항목 들은 7점 척도로 구성하였다. 설문서를 작성하여 1차로 Pilot 설문을 하였고, 본 설문을 하였다. 설문은 Smart Factory를 구축한(기초 수준 이상) 기업체에서 관련 업무를 주로 하고있는 인원에게 설문을 받았다. 분석은 SPSS 22를 활용하여 인구통계 항목의 빈도분석을 하였고, Smart PLS 2.0 활용하여 통계분석을 하였다.

4. 실증 분석

4.1 표본의 특성

조사 대상자 130명의 인구통계학적 특성 파악을 위한 빈도분석 결과는 다음과 같다. 성별로는 남성 113명(86.9%)이 설문에 응했고, 연령은 30-39세가 45명(34.6%), 40-49세가 42명(32.3%)이며, 직급별로는 과장급 이상 관리자 및 경영자가 90명(69.2%)이며, 근속 기간은 10년 이상이 64명(49.2%) 이다. 사업 분야에서는 기계 소재 분야가 35명(26.9%), 전기 전자 통신 분야가 62명(47.7%)이고, 매출액은 100억 미만이 29명(22.3%), 100-500억 미만이 74명(56.9%)이며, 근무하는 회사의 Smart Factory 수준은 기초 수준이라고 응답한 인원이 108명(83.1%)이고, 중간1 수준이 13명(10.0%), 중간2 수준이 9명(6.9%)으로 나타났다.

4.2 요인분석 및 신뢰도 분석

Table 2와 같이 본 연구에서는 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 수 있는 가능성을 확인하는 것으로, 크론바 알파 계수가 0.7 이상이면 신뢰성이 있다고 말한 Hair et al.[37]의 조건을 충족한 0.856 이상이 되므로 신뢰성이 충분히 있다. 측정변수에 대한 복합신뢰도(CR)와 평균분산추출값(AVE)은 Fornell & Larker[38]가 주장하고 있는 각각의 임계치 0.7과 0.5를 충족하고 있다. 본 연구의 복합신뢰도는 최저치가 0.902이고, 평균분산 추출값(AVE) 값은 최소치 0.699이고, 최대치가 0.821이므로 측정 모형의 수렴 타당성은 적절하다고 평가할 수 있다.

4.3 판별 타당성 분석

판별 타당성(Discriminant Validity)의 검증은 AVE(평균분산 추출값) 제곱근 값과 상관관계를 비교하여 검증하였으며, 각 잠재변수의 AVE 제곱근(Square Root) 값은 종과 횡의 상관관계 값보다 커야 판별 타당성이 존재하게 된다 [39]. 판별 타당성을 분석한 결과 Table 3과 같이 각 잠재변수의 제곱근 값이 상관관계의 계수의 값보다 큰 값을 가지므로, 본 연구의 측정 모형의 판별 타당성은 적절하다고 평가할 수 있다.

Table 2. Factor Analysis and Reliability Analysis

Potential Variable	Item Name	Factor Value	Cronbach's α	Composite Reliability	AVE
Industrial Environment	IE 1	0.914	0.889	0.931	0.818
	IE 2	0.926			
	IE 3	0.872			
Organizational Factors	OF 1	0.913	0.886	0.930	0.815
	OF 2	0.910			
	OF 3	0.885			
Change Management	CM 1	0.862	0.912	0.938	0.791
	CM 2	0.877			
	CM 3	0.908			
	CM 4	0.908			
Absorption Capacity	AC 1	0.894	0.956	0.965	0.821
	AC 2	0.915			
	AC 3	0.887			
	AC 4	0.924			
	AC 5	0.909			
	AC 6	0.906			
Production Automation	PA 1	0.826	0.856	0.902	0.699
	PA 2	0.847			
	PA 3	0.877			
	PA 4	0.791			

Operation · Resource Management	OR 1	0.887	0.937	0.952	0.798
	OR 2	0.902			
	OR 3	0.908			
	OR 4	0.887			
	OR 5	0.882			
Product Development	PD 1	0.859	0.899	0.925	0.712
	PD 2	0.879			
	PD 3	0.835			
	PD 4	0.842			
	PD 5	0.803			
Supply Chain management	SC 1	0.884	0.928	0.945	0.775
	SC 2	0.896			
	SC 3	0.908			
	SC 4	0.881			
	SC 5	0.852			

Table 3. Discriminant Validity analysis

Sortation	Industrial Environment	Organizational Factors	Change Management	Absorption Capacity	Production Automation	Operation Resource Management	Product Development	Supply Chain Management	Business Field	Smart Factory Level
Industrial Environment	0.904									
Organizational Factors	0.698	0.903								
Change Management	0.657	0.729	0.889							
Absorption Capacity	0.703	0.775	0.830	0.906						
Production Automation	0.595	0.667	0.662	0.736	0.836					
Operation Resource Management	0.623	0.697	0.775	0.781	0.733	0.893				
Product Development	0.645	0.756	0.795	0.803	0.719	0.785	0.844			
Supply Chain Management	0.429	0.555	0.599	0.617	0.665	0.617	0.616	0.881		
Business Field	-0.021	0.097	-0.076	-0.126	-0.137	-0.008	-0.072	-0.021	1.000	
Smart Factory Level	0.464	0.408	0.434	0.444	0.326	0.490	0.416	0.397	0.023	1.000

*상관관계의 대각선 요소는 평균분산추출값(AVE)의 제곱근 값임.

*관별 타당성을 갖기 위해서는 대각선 요소가 비 대각선 영역 값들에 비해 반드시 커야 함.

4.4 연구모형 검증

본 연구에서는 중소기업의 환경요인과 흡수역량을 통한 Smart Factory 구축에 관한 연구이다. 기업의 외부 산업환경 요인과 내부 환경요인(조직요인, 변화관리 요인)은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미치는지를 검증하는 것이다. 또 잠재역량은 Smart Factory(생산자동화, 운영·자원관리 시스템, 제품개발, 공급사슬관리) 구축에 긍정적인 영향을 미치는지를 검증하는 것이다.

Fig. 2와 같이 본 연구가설 검증을 위한 경로 분석과 연구모형의 설명력이 나타나 있다. 설명력을 보면, 흡수역량이 76.3%, 생산자동화가 54.4%, 운영·자원관리 시스템이 64.1%, 제품개발이 65.0%, 공급사슬관리가 40.3%를 나타내고 있어서, Falk & Miller[39]가 제시한 적절한 검증력 10%를 초과하고 있다.

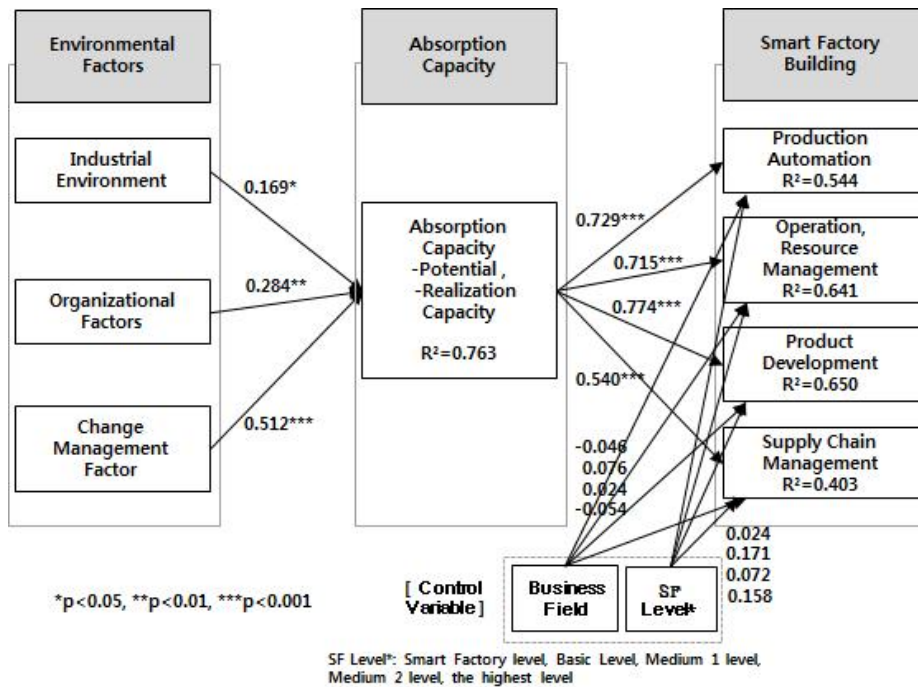


Fig. 2. Verification of the research model

4.5 연구가설 검증

Table 4. Hypothesis Verification Results

Hypothesis	Path Name	Path Coefficient	CR:Critical Ratio	Result
Relationship between internal and external environmental factors and absorption capacity of a company				
H1	External Environment ⇨ Absorption Capacity	0.169	1.951*	Accepted
H2	Organizational Factors ⇨ Absorption Capacity	0.284	2.908**	Accepted
H3	Change Management ⇨ Absorption Capacity	0.512	6.203***	Accepted
Relationship between Absorption Capacity and Smart Factory Construction				
H4	Absorption Capacity ⇨ Production Automation	0.729	12.171***	Accepted
H5	Absorption Capacity ⇨ Operation-Resource Management	0.716	11.961***	Accepted
H6	Absorption Capacity ⇨ Product Development	0.774	19.016***	Accepted
H7	Absorption Capacity ⇨ Supply Chain Management	0.540	6.473***	Accepted

주) *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

(1) 기업의 내·외부의 환경요인과 흡수역량과의 관계 Table 4와 같이, 본 연구에서 설정한 가설1의 ‘외부 산업환경요인’과 ‘흡수역량’은 C.R.값 1.951, 경로계수 0.169, 신뢰수준 95%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다. 따라서 외부의 산업환경 요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설 1은 지지되었다.

가설2 ‘내부 조직요인’과 ‘흡수역량’은 C.R.값 2.908, 경로계수 0.284, 신뢰수준 99%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다. 따라서 내부 조직요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설2는 지지되었다.

가설3의 ‘변화관리 요인’과 ‘흡수역량’은 C.R.값 6.203, 경로계수 0.512, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다.

(2) 흡수역량과 Smart Factory 구축과의 관계

가설4 '흡수역량'과 '생산자동화'는 C.R.값 12.171, 경로계수 0.729, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 있음이 검증되었다.

가설5 '흡수역량'과 '운영·자원관리 시스템'은 C.R.값 11.961, 경로계수 0.716, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

가설6 '흡수역량'과 '제품개발'은 C.R.값 19.016, 경로계수 0.774, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

가설7 '흡수역량'과 '공급사슬관리'는 C.R.값 6.473, 경로계수 0.540, 신뢰수준 99.9%로 나타나 두 요인 사이에는 긍정적인 관계가 검증되었다.

5. 결론

5.1 연구결과 요약

연구결과는 다음과 같다. 첫째, 기업의 내·외부 환경요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기업의 외부환경요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 기업 내부요인인 조직요인과 변화관리요인은 흡수역량에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 Smart Factory를 구축하기 위해서는 기업 외부의 산업환경 변화에 대응하고, 기업 내부에서의 조직적인 측면과 변화관리 측면에서 대응하여 업체의 수준을 높여야 한다. 그래야 Smart Factory에 관련한 외부의 정보나 지식, 기술, 새로운 시스템을 받아들이고 조직에서 내재화하여 발전시켜 활용할 수 있는 기반이 되는 것이다. 둘째, 흡수역량은 Smart Factory 구축에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. Smart Factory 4개 영역(생산자동화, 운영·자원관리 시스템, 제품개발, 공급사슬관리)을 처음으로 구축하는 중소기업에서는 지금까지 없었던 새로운 자동화 생산라인(설비)이나 운영시스템 등을 구축하는 것으로 이 새로운 것을 잘 설치하고 활용하기 위해서는 외부의 새로운 기술, 시스템 등을 획득하고, 해당 기업의 기술(지식)로 내재화하고 활용해야 자체 기술로 축적되어 Smart Factory가 구축되고 운영되며, 더 높은 단계로 발전할 수 있다. 위의 입증들 통해서 중소기업에서 Smart Factory를 구축할 때 기업의 내·외부 환경요인과 흡수역량을 바탕으로 Smart Factory 핵심영역을 구축하면 활용도와 효과가 높은 Smart Factory가 구축되므로 본 연구를 활용하여 구축

하면 도움이 될 것이다.

5.2 연구의 의의 및 시사점

5.2.1 연구의 의의

중소제조업체에서 Smart Factory를 구축하려면 먼저 그 회사의 Smart Factory에 대한 큰 그림(Master Plan)을 그리고 그것을 실현하기 위하여 단계적으로 공정을 개선하며, 운영시스템을 개선하고, 인력을 육성하면서 발전해 나가야 한다. 그런데 현재 많은 기업은 방향성 없이 단순한 공정개선이나 운영시스템을 설치해놓고 Smart Factory를 구축했다고 한다. 본 연구에서 확인했듯이 해당 기업의 내·외부 환경요인에 대응하는 활동을 하면서 외부의 새로운 기술, 운영시스템 등을 받아들이고, 자기회사의 기술로 내재화하고 발전시켜야 Smart Factory가 구축되는 것이고, 더 높은 단계로 발전할 수 있는 것이다. 지금까지의 Smart Factory에 대한 대부분의 연구는 특별한 공정을 개선하거나 시스템을 개선한 공학적인 연구가 많았다. 본 연구는 Smart Factory를 구축할 때 기업의 내·외부 환경요인을 고려하고 흡수역량을 강화하면 진정한 Smart Factory가 구축된다는 것을 실증 분석을 통하여 검증하였고, Smart Factory 구축의 이론적 토대를 마련했다고 생각한다.

5.2.2 연구의 시사점

이론적인 시사점은 아래와 같다.

연구결과에서 검증되었듯이 Smart Factory를 구축할 때 해당 기업의 내·외부 환경요인과 관련한 사항들을 검토하고 부족한 부분은 보완하면서 Smart Factory의 4개 영역에 대한 외부의 새로운 정보와 기술, 시스템 등을 도입하고 내재화하며 발전시켜야 Smart Factory가 구축된다. Smart Factory를 추진하려는 기업에서는 본 연구를 참고하여 실행하면 실질적으로 구축하는데 도움이 될 것이다. 실무적인 시사점은 아래와 같다.

첫째, 중소기업에서 Smart Factory를 구축하고자 할 때 중·장기 계획하에 구축할 것을 권고한다. Smart Factory는 말 그대로 최적의 똑똑한 공장을 만드는 것이다. 그러려면 Smart Factory 4가지 영역을 어떤 모습으로? 어떻게? 구축할 것인지? 전체적인 Master Plan을 그리고 매년 단계적으로 체계적이고 지속적으로 추진하면서 바람직한 공장을 만드는 것이다.

둘째, 특히 중소기업들은 돈이 되는 Smart Factory를 구축해야 한다. 즉 생산성이 아주 높고 불량품 생산이 안 되

는 공장이어야 한다. 일부에서는 “Smart Factory를 구축했는데도 회사의 경영성과가 좋아지지 않는다”라고 말하는 CEO들도 있다. 그것은 Smart Factory의 본질을 망각하고 보여주기식의 운영시스템만 구축해서 그렇다. 고생산성과 고품질의 제품을 생산하려면 생산라인에 낭비를 철저히 배제해야 하고, 불량품을 인위적으로 만들려고 해도 생산이 안되고 라인 밖으로 배출하는 Fool Proof(불량품을 검출하는 장치)가 필요하다. 여기에다 운영·자원관리 시스템을 접목하면 생산 중에 발생하는 문제점이 실시간으로 노출되며, 그 문제점을 개선하면 손실이 배제 되는 것이다.

5.3 연구의 한계 및 향후 연구 방향

현재 대한민국 중소기업의 Smart Factory 수준은 아직 시작할지 얼마 지나지 않아서 대부분 ICT 미적용 수준이나 기초 수준에 머물러 있는 것이 우리나라의 현실이다. 본 연구의 응답자들도 Smart Factory 수준이 기초 수준이라고 응답한 비율이 83.1%, 중간 1 수준이라고 응답한 비율이 10.0%, 중간 2 수준이 6.9%이며, 이런 회사들을 대상으로 연구가 이루어졌다. 이는 발전 단계를 거치면 중간1 수준이나 중간2 수준으로 발전하여 향후 연구에서는 수준이 현재 보다 높은 중소기업을 대상으로 연구가 가능할 것이다. 향후는 Smart Factory 구축성과의 연구를 하고자 한다.

REFERENCE

- [1] C. H. Choe. (2018). *The Impact of MES (Manufacturing Execution System) deployment on Management Performance in Small Manufacturing Company*. Doctoral dissertation. Kangwon National University, Chuncheon.
- [2] S. P. Tobbins. (1990). *Organization Theory : Structure Designs and Applications*. Prentice-Hall International. 67.
- [3] K. H. Lee. (2014). A Study of the Relationship Organization Characteristics and Effectiveness in the Central Administrative Agencies of Korea, *An administrative essay*, 52(1), 1-34.
- [4] Gokan Maya & Bojan Stahlb. (2017). The significance of organizational change management for sustainable competitiveness in manufacturing: exploring the firm archetypes.. *International Journal of Production Research*, 55(15), 450-4465. DOI : 10.1080/00207543.2016.1261197
- [5] S. A. Zahra & G. George. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review*, 27(2), 185-203.
- [6] Korea Chamber of Commerce and Industry. (2014). *A Study on the Industry Reference Model for the Spread of Smart Factories*. Seoul.
- [7] J. W. Lim et al. (2017). A Case Study for the Smart Factory Application in the Manufacturing Industry. *Korean Journal of Business Administration*, 3(9), 1609-1630. DOI : 10.18032/kaaba.2017.30.9.1609
- [8] J. Patalas-Maliszewska & M. Skrzyszewska. (2018). An Evaluation of the effectiveness of applying the MES in a Maintenance Department -A Case Study. *Foundations of Management*, 10(1), 257-270. DOI : 10.2478/fman-2018-0020
- [9] C. M. Crawford. (1991). *New Product Management*. 3rd ed., Homewod, Ill., Recharad D. Irwin, pp.541.
- [10] A. Malhotra, S. Gosain & O. E. Sawy. (2005). Absorptive capacity configuration in supply chains: Gearing for partner-enabled market knowledge creation. *MIS Quarterly*, 29(1), 145-187. DOI : 10.2307/25148671
- [11] C. H. Jung. (2008). *Factors Influencing the Implementation Performance of ERP Systems -BSC Perspective-*. Doctoral dissertation. Chungnam National University, Daejeon.
- [12] J. B. Yoon, Y. S. Kim & T. K. Kwon. (1999). *ERP, New Paradigm for Management Innovation*. Seoul : Daecheong Media.
- [13] H. S. Lee. (2017). *A study on the effects of absorptive capacity on core competencies and business performance of enterprises: Direct and indirect effect verification*. Doctoral dissertation. Sungkyunkwan University, Seoul.
- [14] D. J. Teece. (2007), Explicating dynamic capabilities: The nature and micro foundations of (sustainable) enterprise performance, *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. DOI : 10.1002/smj.640
- [15] N. Tzokas, Y. A. Kim, H. Akbar & H. Al-Dajani. (2015). Absorptive capacity and performance: The role of customer relationship and technological capabilities in high-tech SMEs, *Industrial Marketing Management*, 47(1), 134-142. DOI : 10.1016/j.indmarman.2015.02.033
- [16] S. B. Jeon (1995). *A Positive Study on the Factors Affecting of Factory Automation Technology*. Doctoral dissertation. Kyungnam University, Changwon.
- [17] K. Mckinney, V. Yoon, & F. M. Zahedi (2002). The

- measurment of webcustomer satisfaction: An expectation and disconfirmation approach. *Information Systems Research*, 13(3), 296–315.
DOI : 10.1287/isre.13.3.296.76
- [18] X. M. Song & M. E. Parry. (1997). The Determinants of Japanese New Product Successes. *Journal of Marketing Research*, 34(1), 64–76.
- [19] S. B. Park. (2011). *The Effects on Management Performance of BSC & Activities of SCM*. Doctoral dissertation. Uiduk University, Gyengju.
- [20] J. Pfeffer, & H. Leblebici. (1997). Information Technology and Organizational Structure. *Pacific Sociological Review*, 20(1), 241–261.
DOI : 10.2307/1388934
- [21] J. Y. L. Thong. (1999). An Integrated Model of Information Systems Adoption in Small Businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187–214.
DOI : 10.1080/07421222.1999.11518227
- [22] V. Grover, & M. D. Goslar. (1993). The Initiation, Adoption, and Implementation of Telecommunications Technologies in U.S. Organization. *Journal of Management Information System*, 10(1), 141–163.
DOI : 10.1080/07421222.1993.11517994
- [23] D. B. Stoddard & S. L. Jarvenpaa. (1995). Business Process Redesign Tactics for Managing Radical Change. *Journal of Management Information Systems*, 12(1), 81–107.
DOI : 10.1080/07421222.1995.11518071
- [24] T. M. Somers & K. Nelson. (2001). The Impact of Critical Success Factors across the Stages of Enterprise Resource Planning Implementations. *Hawaii International Conference on System Science*. 001(34), 3–6.
DOI : 10.1109/HICSS.2001.927129
- [25] I. B. Sohn. (2017). *A Study on the Effects of Absorptive Capacity and Technology Commercialization Capacity in SMEs on Product Competitiveness: The Moderating Effect of CEO's Entrepreneurship*. Doctoral dissertation. Hoseo University, Seoul.
- [26] S. E. Fawcett & M. B. Myers. (2001). Product and employee development in advanced manufacturing: implementation and impact. *Int. J. Prod. Res*, 39(1), 65–79.
DOI : 10.1080/00207540010002829
- [27] S. B. Shim & I. S. Yoo. (2008). The Effect of the Corporate Culture on Production Goals and Management Performances in Toyota Production System. *Journal of Commodity Science and Technology*, 27(3), 109–122.
- [28] W. H. DeLone & E. R. McLean. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30.
DOI : 10.1080/07421222.2003.11045748
- [29] C. S. Lee. (2008). *An Emperical Study On the Effects of Information Service for SME on Information Orientation and Performance*. Doctoral dissertation. Chonnam National University, Gwangju.
- [30] C. Curtis & W. E. Lyn. (1997). Balanced Scorecards for New Development. *Journal of Cost Management*, 15(1), 39–51.
- [31] E. W. Eldred & M. E. McGrath. (1997). Commercializing new technology—II. *Research of Technology Management*, 9(1), 29–3.
- [32] K. S. Lee. (2011). *An Empirical Study on the Activity Factors Influencing New Product Development Performance*. Doctoral dissertation. Seokyeong University, Seoul.
- [33] M. C. Cooper, D. M. Lambert & J. D. Pagh. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for logistics. *The International Journal of Logistics*, 8(1), 1–13.
DOI : 10.1108/09574099710805556
- [34] J. C. David, A. S. Roatch, T. Godsby, J. A. Ecker, & S. M. Swartz. (1998). An Empirical Comparison of Anticipatory and Response-Based Supply Chain Strategies. *The International of Logistics Management*, 9(2), 21–34.
DOI : 10.1108/09574099810805816
- [35] Q. Cao & S. Dowlatshahi. (2005). The Impact of Alignment Between Virtual Enterprise and Information Technology on Business Performance in an Agile Manufacturing Environment. *Journal of Operations Management*, 23(5), 531–550.
DOI : 10.1016/j.jom.2004.10.010
- [36] J. G. Kil. (2011). A Study on the Revitalization for introducing SCM of Chinese Market Entrants. *KOREA Logistics Review*, 21(5), 77–110.
- [37] J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham, & W. C. Black. (1998). *Multivariate Data Analysis: With Readings*. 4th ed. Prentice Hall.
- [38] C. Fornell & D. F. Larcker. (1998). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–51.
- [39] R. F. Falk, & N. B. Miler. (1992). *A premier for soft modeling Akron, Ohio*. The University of Akron.

진 성 옥(Sung-Ok Jin)

[정회원]



- 1985년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 2018년 2월 : 대전대학교 융합건설링학과(경영건설링학석사)
- 2018년 2월 ~ 현재 : 대전대학교 융합건설링학과 박사과정
- 1985년 1월 ~ 현재: LS산전 근무

- 저서 : 중소기업 Smart Factory 구축방법론(1권, 2권).
- 관심분야 : 지능형 Robot을 접목한 Smart Factory
- E-Mail : jso4029@naver.com

서 영 옥(Young Wook Seo)

[정회원]



- 1996년 2월 : 광운대학교 경영정보학과 졸업(경영정보학 학사)
- 2000년 8월 : 성균관대학교 경영대학원 (경영학석사)
- 2009년 2월 : 성균관대학교 일반대학원 (경영학박사)

- 2015년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 융합건설링학과 교수
- 관심분야 : 경영, IT건설링, 지식경영, 창의성, 소프트웨어품질
- E-Mail : ywseo@dju.kr