

스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구

A Study on the Factors Influencing the Competitiveness of Small and Medium Companies Applied with Smart Factory System

최영환 (Young-Hwan Choi) 충북대학교 경영정보학과
최상현 (Sang Hyun Choi) 충북대학교 경영정보학과, 교신저자

요 약

최근 국가경제와 기업의 경쟁력이 불안정한 글로벌 환경에서, 정부는 4차 산업혁명이라고 불리는 스마트공장 구축사업을 중소중견 제조기업 대상으로 적극적으로 적용추진을 하고 있다. 스마트공장이란 ICT(Information Communication Technology)와 생산공정의 융합으로 설비와 시스템간의 통합과 지식 기반의 최적화된 판단으로 제품을 자동 생산하는 체계이다. 본 연구는 기업의 경쟁력을 높이기 위해 성공적인 스마트공장의 추진을 위한 최고경영자의 의지, 정부지원, 외부 컨설팅 그리고 조직참여가 미치는 영향에 대해서 살펴보았다. 연구모형을 통한 실증연구를 하기 위해 스마트공장 구축을 완료 하였거나 진행 중인 중소기업을 대상으로 설문지를 배포하여 회수된 101부의 설문지를 분석하였다. 실증분석 결과, 기업의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 스마트공장 성공적 구현에 있어서 조직의 참여도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 파악되었고, 정부지원, 외부 컨설팅 그리고 최고경영자 의지 순서로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는, 기업의 경쟁력 제고에 가장 큰 영향을 미치는 스마트공장 구축을 성공적으로 실현하기 위해 여러 가지 관점으로 구분하여 도출하였고 이를 검증하였다.

키워드 : 스마트공장, 제조실행시스템(MES), CPS(Cyber Physical System), 빅데이터

I. 서 론

최근 들어 국내 제조기업의 성장성 한계에 대한 우려가 높이 제기되고 있고, 제조기업의 효율성 저하, 생산공장의 해외이전 등으로 국가의 성장동

력이 더욱 약화되고 있다. KDB 한국개발은행 2015년 보고서에 따르면 지난 2004년부터 2013년까지 10년 동안 제조산업 경쟁 선진국의 제조업 생산단위 단위노동 비용 증감률은 미국 $\Delta 30.2\%$, 일본 $\Delta 14.4\%$, 독일 $\Delta 2.5\%$ 로 지속적으로 개선되고 있는데 반해, 한국은 현재까지 노동집약적 소품종 대량생산의 제조에서 탈피하지 못하는 기업 환경을 정부가 심각하게 인식하고 있다.

† 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2017-2013-0-00881).

특히, 이를 혁신하기 위해 재정적으로 열악한 중소기업을 대상으로 제조업 혁신을 위해 스마트공장 추진을 적극적으로 지원에 나서고 있다. 2000년대 초기 글로벌 금융위기 발생 이전까지 선진국들은 제조업을 저 부가가치 산업으로 인식하고 생산기지를 해외로 이전하고 인력과 부품도 대부분 외부에서 확보를 하였으나, 그 이후 특히, 제조업 비중이 높은 독일을 비롯해 미국 국가들은 정부지원을 통한 안정적인 경제구조로 개선하면서 제조업의 중요성이 다시 부각되고 있다.

이 같은 글로벌 경쟁력변화에 적극대처하기 위해 정부는 국가경쟁력 강화를 위한 제조업 혁신정책을 발표하고, 핵심 추진과제로 스마트공장에 초점을 두고 있다. 관련하여 2014년 산업통산자원부가 주관이 되어 2020년 까지 중소기업 1만 개 지원을 목표로 정보통신기술기반의 제조공정 혁신을 위한 스마트공장 확산을 계획하고 있다. 따라서 본 연구에서는, 기업의 경쟁력에 영향을 미치는 요인을 최고경영자 의지, 정부지원, 외부 컨설팅, 조직참여도 그리고 성공적인 스마트공장 구축관점으로 구분하여 도출하였고 이를 검증하였다.

설문조사 결과 기업의 경쟁력을 높이기 위해 성공적인 스마트공장의 추진이 중요하며, 성공적인 스마트공장 추진에 영향을 미치는 요인에는 최고경영자의 의지, 정부지원, 외부 컨설팅 그리고 조직참여가 중요한 것으로 조사되었다. 연구모형을 통한 실증연구를 하기 위해 스마트공장 구축을 완료하였거나 진행 중인 중소기업을 대상으로 설문지를 배포하여 회수된 101부의 설문지를 분석하였다. 실증분석 결과, 기업의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 스마트공장 성공적 구현에 있어서 조직의 참여도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 파악되었고, 정부지원, 외부 컨설팅 그리고 최고경영자 의지 순서로 영향을 미치는 것으로 나타났다.

II. 스마트공장에 관한 선행연구

2.1 스마트공장의 정의

최근 스마트공장에 대한 정의는 국가별, 기관별로 다양하게 표현을 하고 있다. 국내의 경우 스마트공장 지원을 주관하고 있는 산업통산자원부는 전통적인 제조산업에 ICT(정보통신기술)를 결합하여 개별공장의 설비, 공정이 스마트화 할 수 있도록 생산현장으로 연결되고, 모든 생산 정보가 실시간으로 공유, 활용되어 최적화된 생산운영이 가능한 공장으로 공장간의 협업적인 운영이 유지되는 생산체계라고 정의하고 있다. 한국표준화 협회는 “제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 전 과정을 정보통신기술로 통합, 최소 비용·시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장”으로 정의를 하고 있다. 그리고 독일 인공지능연구소(DFKI Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz)는 “스마트 사물인터넷 기술을 기반으로, 공장 안의 모든 요소가 유기적으로 연결되어 지능적으로 운영되는 공장”으로 정의하고, 미국 국립표준기술위원회(NIST, The National Institute of Standards and Technology)는 “고객의 요구에 맞게 공급 망을 통하여 공장에서 실시간으로 변화하는 고객요구와 조건을 만족시켜주는 완전히 통합되고 협동적인 제조시스템”이라고 정의를 하고 있다. 본 연구에서의 스마트공장은 “다양한 고객의 비즈니스 요구에 유연하게 대응할 수 있도록 모든 현장의 설비가 정보시스템과 연결되고, 실시간 데이터 정보수집과 분석을 통하여 설계기준에 따라 정확하게 제품을 생산하고 납기를 준수하는 동시에 품질향상을 위해 스스로 학습을 통해 공정개선을 제시하는 제조환경”이라고 정의하고자 한다.

스마트공장 구축에서 추진되는 수행단계는 산업통산자원부 산하 스마트공장 추진 단에서 다음 <표 1>과 같이 5단계 수준으로 구분을 하고 있다 (산업통상자원부, 2015).

<표 1> 스마트공장 추진단계별 수준

수준	수준내용	주기능
1단계 (ICT 미 적용)	수작업, 종이문서, Excel 정도 활용, 시스템을 갖추지 못한 상태	Checking
2단계 (기초단계)	일부 공정과 설비에 기초적인 ICT(바코드, RFID 등) 적용을 통한 생산관리 (lot Tracking, 자재흐름 등 파악) 시스템 구현	Monitoring
3단계 (중간 1)	분야별 시스템(MES, ERP, SCM, PLM)과 부문연계와 모든 설비간 Interface를 통한 실시간 정보수집, 공정운영 모니터링과 품질분석 수행	Control
4단계 (중간 2)	모든 시스템(MES, ERP, SCM, PLM 등)간 실시간 연동과 통합제어를 통한 생산관리 최적화 구현	Optimization
5단계 (고도화 수준)	IoT(Internet Of Things)와 CPS(Cyber Physical System)가 적용된 지능화 되고 통합운영의 자율적인 생산체계 구현	Autonomy

2.2 스마트공장 선행연구

스마트공장 관련 선행연구 분석 결과, <표 2>와 같이 스마트공장 연구는 국내 중소기업의 혁

신을 위해 직간접적으로 영향을 미치는 4가지 관점, 경영혁신, 정부지원, 기술지원, 조직참여 측면에서 연구내용을 정리하였다. 참고로, 독일, 미국과 같은 선진 제조국가들은 이미 스마트공장 적용

<표 2> 스마트공장 관련 선행연구

관점	연구내용	연구자
경영 혁신	<ul style="list-style-type: none"> 기업경쟁력 변화와 성과측정을 위한 성장성, 안정성과 기술성 분석 인더스트리 4.0은 설계, 제조, 운영 및 제품과 생산시스템의 서비스를 변화시키고, 부품과의 연계와 상호작용은 생산효율 성을 25~30% 개선 지난 30년 동안 기업은 이익, 신규시장, 그리고 비용절감에 대한 노력을 해왔지만, 최근 비즈니스 환경이 더욱 불안정하고 높은 경쟁력이 대두되고 있어 이에 대한 전략필요 	Boston Consulting Group(2015) Mckinsey and Company (2015) 하태정(2015)
정부 지원	<ul style="list-style-type: none"> 성공적인 스마트공장을 적용하기 위해서는 모델공장을 구축해 개발기술을 검증하고 실제로 산업현장에 적용해 국내 중소기업에 도입확산 필요 스마트공장 인증모델을 도입하여 성공적인 제조업 스마트 수준을 객관적으로 인증 및 평가 제조업 혁신 3.0 구현을 위한 스마트공장 확장 추진계획 클라우드를 이용한 경영혁신플랫폼 기반 중소기업 정보화 지원 사업 현황과 활성화 방안 연구 	박종섭(2011) 산업통상자원부(2015) 이정철(2015) 한현수 등(2016)
기술 지원	<ul style="list-style-type: none"> 독일의 Industrie 4.0을 촉진하기 Siemens 기업에서 수행된 CPS, IoT, IoS 그리고 Smart Factory 관련 기술적인 요구와 실험을 통한 최적화 분석 Integrated platform for the smart factories: 시스템 통합이 주요과제로 Smart Factory를 위한 Platform 구축에 대한 연구 The fourth industrial revolution: Things to tighten the link between IT and OT(4차 산업혁신의 디지털 기술은 IT(Information Technology)와 OT(Operational Technology)를 더욱 강력하게 연결하는 것이다.) 기계중심 자동차 기술에 정보통신을 융합하여 고객만족 극대화 다양한 스마트 제품과 서비스간 호환성 확보를 통해 사용자 편의와 산업생태계 조성 ICT 기반 지역 공유경제형 사회적 기업 사례 연구 	Research and Innovation(2013) Selmar(2015) Steve(2015) 노태협(2016) 박호진(2015) 자동차부품연구원 (2015)
조직 참여	<ul style="list-style-type: none"> 전략적 혁신과 기업 경쟁력에 대한 연구로 보다 많은 가치를 창출하는 새로운 전략에 대한 연구 Five Competitiveness Forces that shape strategy(Harvard Business Review): 기업의 경쟁우위를 확보하기 위한 5가지 전략에 대한 연구 	Porter(2008) 박종만(2015) 박철순(2001)

<표 3> Industries 4.0 관련 기술관점(독일)

기술 관점	주요 내용
1. 빅데이터 및 분석 (Big Data and Analytics)	생산현장에서 발생하는 대용량의 데이터를 해석하여 공정혁신, 마케팅, 의사결정 등을 더욱 신속, 정확하게 이행 가능
2. 자율 로봇 (Autonomous Robots)	지능형 로봇이 자율적이고, 유연하게 다양한 제조과정을 수행
3. 시뮬레이션(Simulation)	Big Data나 Cloud 처리과정을 통해 제조공정의 시뮬레이션을 실시함으로써 가상적인 설계가 가능
3. 수평/수직 통합시스템 (Horizontal and Vertical System Integration)	기업내부와 협력사를 포함, 가치사슬을 완성하는 형태로 데이터교환이나 네트워크 공유를 수행할 수 있도록 함
4. 사물인터넷 (Internet of Things)	Embedded 디바이스, Sensor 등을 활용하여 모든 기기가 실시간 통신이 가능하도록 혁신적용
5. 사이버 보안 (Cyber Security)	수많은 장치들이 상호 통신하는 새로운 플랫폼에서는 Cyber Security 보안은 중요한 요소
6. 클라우드(Cloud)	방대한 데이터를 신속 정확하게 처리하고 다수의 기기를 지원할 수 있는 Cloud 기반
7. 3D 프린팅 (Additive Manufacturing)	특수 제품의 소량 생산이라는 장점을 활용하여 소규모 공장의 과잉 재고나 물류비용 절감이 가능
8. 가상현실 (Augmented Reality)	가상현실은 문제에 대한 의사결정, 생산성 향상, Simulation, 교육훈련 등 활용 가능

자료: BCG, “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”, 2015.

에 대한 기반기술을 확보하고 설비표준화나 시스템 플랫폼을 가지고 4차 산업혁신을 이끌어 가고 있다. 국내 스마트공장의 핵심 원천기술 경쟁력은 선진국에 비해 상대적으로 낮은 수준으로 설비, 소프트웨어 등 스마트공장 공급산업 기반에서도 취약한 환경이다(한국산업기술진흥원, 2014).

해외 스마트공장의 경우 독일이 제조업 경쟁력을 최고 수준으로 유지하기 위하여 2010년부터 인더스트리 4.0 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 독일의 인더스트리 4.0은 High Tech Strategy 2020 Action Plan의 일환으로 추진되고 있는 전략으로, 인더스트리 4.0 Platform과 글로벌 표준화를 주도적으로 이끌어 가고 있으며, <표 3>과 같이 8가지 주요 핵심기술에 대해 중점적으로 적용하고 있다(Boston Consulting Group, 2015).

2.3 스마트공장 추진현황

산업통상자원부 산하 스마트공장 추진단 자료에

의하면, 2014년 하반기 부터 스마트공장을 추진하여, 2016년 1월까지 1,240개 중소기업이 구축을 완료 하였거나 진행 중인 상태로, 정부는 2020년까지 1만 개 중소제조기업을 스마트공장 구축을 할 수 있도록 재정적인 지원계획을 세우고 있다. 본 연구는 이들 기업 중 101개 기업을 대상으로 접수된 설문지 결과를 통해 선행연구를 수행하였다.

<표 4>와 같이 제조경쟁력 혁신을 위해 국가적인 차원으로 수행하고 있는 Industry 4.0(독일), Advanced Manufacturing 2.0(미국), Made in China 2025(중국), ESPRI(유럽), 지능적 제조시스템(일본)등 정부가 적극적으로 제조기업을 대상으로 스마트공장을 추진하고 있다. 한국도 제조혁신 3.0을 통한 제조업 혁신전략과 스마트공장을 중소제조기업을 대상으로 정부주도 민관합동으로 지원을 가속화하고 있다(산업통상자원부, 2015). 이러한 스마트공장의 목표는 핵심기술인 센서기술, IoT(Internet Of Things) 그리고 CPS(Cyber Physical System)기술을 기반으로 제조공정의 자동화, 실

〈표 4〉 국가별 Smart Factory 추진현황

국가	추진내용
독일	Industry 4.0 전략추진(2012~) - 국가 10대 미래전략으로 민·관·학 연계를 통한 제조업 혁신 추진 - 제조업과 ICT 융합 통한 스마트공장 구축, 첨단기술 클러스터 개발 - 참조구조 모델(Reference Architecture Model, RAMI 4.0) 개발(2015. 4)
미국	Remaking America(2009~), 첨단제조기술(Advanced Manufacturing Technology) 전략추진(2012~) - 제조업 발전 국가협의체 AMP(Advanced Manufacturing Partnership) 발족 - 3D 프린팅 등 첨단 제조기술 혁신, 산업용로봇 활성화 추진 - 해외 생산기지 구축(Off-shoring)에서 자국으로 생산기지 유턴(Re-shoring) 전략전환
일본	산업재흥플랜(2013~) - 제조업 중심의 산업경쟁력 강화 위해 ‘산업경쟁력강화 법’ 제정 - 스마트 제조의 데이터 모델과 관련된 표준화에 강한 의지
중국	중국제조 2025 전략추진(2014~) - 장비핵심기술강화, 제품의 품질혁신 - 소재부품·공정·산업기술 등 4대 기반 강화를 위한 공업기반 강화 중장기 계획발표 - 제조혁신을 통한 제조업 효율화 정책, 제조 R&D강화
한국	제조업 혁신 3.0(2014~) 및 스마트공장 확산 추진 계획(2015. 4~) - 융합형태의 제조업 창출, 제조혁신 기반 고도화 - 2020년까지 중소·중견기업 대상으로 1만 개 스마트공장 시스템 구축

시간 data 수집처리, 다양한 설비간 연결 그리고 제조환경의 유연성을 통한 고객이 원하는 제품을 생산하는 시스템 구현으로 설명된다.

국내의 경우 스마트공장 수준별로 기본적인 제조정보 시스템의 구축, 설비정보 자동 수집과 제어, 개발정보 공유 및 제조 운영최적화와 스마트 공장화 고도화 등을 위한 기술적용을 단계적으로 추진하고 있다. <표 5>와 같이 2014년에 스마트공장을 구축한 277개 기업에 대한 추진성과를 분석

한 결과 생산성, 품질, 비용 등에 있어서 좋은 성과를 확인할 수 있었다(산업통상자원부, 2015).

이외에 산업자원부는 스마트공장 고도화 및 설비간의 연결성을 위한 다양한 기술지원 사업을 추진하고 있으며, 2016년 스마트공장 인증모델링과 기술표준화 로드 맵, 상호 호환성 센터 및 테스트베드 추진 등 보다 체계적인 스마트공장 추진 단의 역할도 정립해 가고 있다(이정철, 2015).

III. 연구모형 및 가설

3.1 연구모형

본 연구의 목적은 성공적인 스마트공장 도입을 통해 중소제조기업의 글로벌 경쟁력을 확대하기 위해 중요한 요인을 파악하기 위한 것이다. 일반적으로 최근까지 중소기업 경쟁력 향상과 관련 경영 및 생산제조 시스템 적용, 설비 자동화 추가, 업무 프로세스 개선, 원가절감, 품질활동 그리고

〈표 5〉 국내 스마트공장 시범사업 결과(2014년)

KPI		(Up/Down)
생산성	노동생산성	15% ▲
	납기	27% ▽
	생산품목 수	16% ▲
	시제품 제작기간	33% ▽
품질	불량률	33% ▽
비용	제조원가	23% ▽
매출	매출액	17% ▲

납기단축 등 추진에 있어서 많은 시도가 있었지만, IIoT(Industrial Internet Of Things) 기반의 통합 연결이 아닌, 단위 시스템 도입으로 인해 시스템 간 상호 연결성이 부족한 상태이다. 생산성 개선을 위한 단위시스템 도입에 대한 연구활동이 주로 진행되어 왔다.

본 연구에서는 최근 ICT 기반의 스마트공장을 통한 경쟁력 향상을 위한, 본 연구의 모형은 이러한 기존의 개선전략을 포함하여 생산의 공정관리와 IIoT(Industrial Internet of Things) 기반의 모든 연결된 설비와 정부지원과 역할, 최고경영자 의지, 참여조직원을 동시에 고려하여 기업경쟁력 제고 모형을 도출하였다. 이러한 연구모형의 도출근거를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 스마트공장은 제품기획, 설계, 생산, 유통·판매 등 모든 과정을 ICT 기술로 통합하여 최소비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장의 운영시스템과 생산정보(4M1E: Man, Machine, Material, Method, Energy)를 활용한 지능화된 제조운영 형태로 운영하는 방식이다(이정철, 2015). 2014년 6월부터 정부지원에 따른 중소제조기업 스마트공장 구축기업은 2016년 12월 기준으로 1,861개 완료한 기업을 조사한 결과 생산성 개선(23%), 불량률감소($\Delta 46\%$), 원가절감($\Delta 16\%$), 납기단축($\Delta 34.6\%$)으로 경쟁력이 향상되었다(산업통산자원부, 2017). 따라서 기업 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 성공적인 스마트공장이 제시되었다.

둘째, 국내 대부분 중소 제조기업의 수익구조는 글로벌 선진 중소기업이나 국내 대기업과 비교해서 상대적으로 낮은 편이다. 이 같은 이유로 재정적인 부담을 가져오는 자동화 및 생산관리 시스템 투자가 저조하여 대부분 생산 업무를 수작업으로 처리하고 있다. 제품생산을 요청하는 고객의 납기일정에 우선 맞추는 것이 더 중요하며, 제품을 납품하고 나중에 품질문제가 발생하더라도 이미 생산비용에 적용되어 어느 정도 예상하는 범위에서 수용되는 비효율적인 협력관계

를 오랫동안 유지해오고 있다. 이 같은 환경에서 고객은 중소제조 기업과의 거래에 있어서 열악한 제조환경과 조직규모를 감안하여 제품불량과 관련된 품질하자 비용을 사전에 고려해서 생산비용과 납품가격을 결정하는 것이다. 최근 4차 산업혁명으로 불리는 ICT 기반의 글로벌 스마트공장 제조혁신을 감안할 때, 국내 중소제조 기업은 스마트공장 추진 혁신을 통한 원가절감과 제품의 결함을 줄이는 제조공정의 생산성이 높아지는 경험적인 현실에서 중소제조기업의 혁신적인 자세가 절실하다(서창성, 2016). 따라서, 제품생산을 요청하는 거래기업의 요청일정에 맞추어 제품을 우선 납품하는 것이 더 중요하며, 고객사에 제품을 납품하고 이후에 확인되는 결함이 발생하더라도 제품의 결함을 어느 정도 예상하여 수용하는 등 다소 비생산적인 협력관계를 유지하고 있다. 이것은 중소기업의 열악한 제조환경과 조직규모를 감안하는 것이었다. 하지만, 최근 4차 산업혁명으로 불리는 ICT 기반의 글로벌 스마트공장 제조혁신을 감안할 때, 국내 중소제조 기업은 스마트공장 추진 혁신을 통한 원가절감과 제품의 결함을 줄이고 제조공정의 생산성을 높일 수 있는 혁신적인 자세가 절실하다(서창성, 2016). 따라서 본 연구에서는 생산경영관리 관점에서 성공적인 스마트공장 구축을 통한 기업의 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 최고경영자 리더십을 고려하였다.

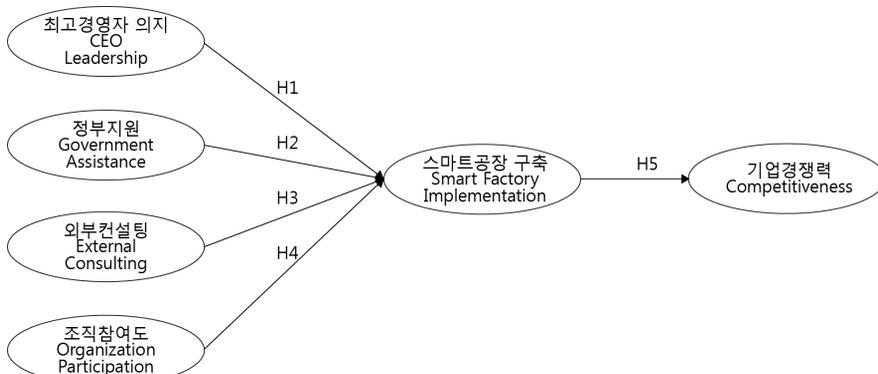
셋째, 선진국 기업들은 ICT 정보통신기술 기반의 스마트한 제조환경을 선도하고 있는 상황과 비교하여 상대적으로 투자대비 생산성이 낮은 국내 중소기업의 글로벌 경쟁력을 확대하기 위해서는 전통적인 제조환경의 혁신을 통해 개선할 필요가 있다. 특히, 미국, 독일과 같은 선진국가들의 높은 수준의 ICT 기술력과 인당 생산성을 고려하면 현재와 같은 수준의 국내 중소기업 제조공정 생산성을 지속한다면 국가 산업의 경쟁력은 급속하게 후퇴할 것으로 판단된다. 따라서 정부는 이 같은 글로벌 제조기업 환경의 변화에 적극적으로

대처하기 위해 재정적으로 취약한 중소기업들을 대상으로 생산성을 향상하고 글로벌 경쟁력을 조기에 확보하기 위해 정부는 2014년부터 2020년까지 1만 개 중소 제조기업을 대상으로 MES, ERP, PLM 과 같은 주요 정보시스템을 확대보급 하는데 역점을 두고 있다(산업통산자원부, 2015). 따라서 본 연구에서는 제도적 관점에서 기업의 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 정부 지원을 고려하였다.

넷째, 스마트공장 구축을 위해서는 정보시스템 구축 경험과 기술력을 가지고 있는 개발기업과 경험이 많은 스마트공장 전문 컨설턴트의 역할 역시 중요하다. 해당분야 전문가가 참여하여 스마트공장을 적용하고자 하는 중소기업과 사전에 충분히 협의하면서 업무분석과 설계를 기업에 맞게 최적화할 수 있도록 요구사항을 구체적으로 확인하고, 요구사항이 설계내용에 명확하게 반영되었는지 단계별 프로젝트 관리측면에서 일정관리, 품질관리 그리고 성과물에 대한 검증을 할 수 있어야 한다. 프로젝트 관리자의 전략적 사고능력, 자원관리, 창의성과 판단능력 등은 프로젝트 성공에 유의한 영향을 미친다(김주현, 2015). 특히, ICT 기반의 스마트공장 전문가가 부족한 현실을 감안하면 스마트공장을 성공적으로 구축을 하고자 하는 중소기업에서는 시스템 개발기업 선택도 중요한 요소가 될 수 있다. 이와 관련 스마트공장

전문가는 해당 시스템 분야별 전문성을 가지고 중소기업의 기술적인 애로사항을 효과적으로 지도하고, 정해진 사업기간과 예산 범위에서 시스템 구축을 성공적으로 수행할 수 있도록 효과적인 관리 및 컨설팅이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 상호작용적 관점에서 기업의 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 외부 전문컨설팅을 고려하였다.

다섯째, 기업 내 조직은 경영자의 지시에 따라 업무를 수행하기도 하지만, 추진하고 있는 프로젝트의 목표나 전략적인 가치가 제대로 전달되지 못한다면 좋은 결과를 기대하기는 어렵다고 판단된다. 프로젝트 수행에 있어서 내부조직 구성원의 이해와 적극적인 참여를 통해 추진하고자 하는 업무에 대한 현황분석과 이를 기초로 To-Be 설계가 얼마나 잘 구현되었는지에 따라, 일반적으로 프로젝트의 성공여부에 영향을 준다. 이 같은 문제를 해결하고 효과적인 결과를 기대하기 위해서는 객관적이고 명확한 목표전달을 통하여 조직원들의 적극적인 참여를 유도하는 분위기가 필요하다(박철순, 2011). 프로젝트의 성과를 달성하기 위해서는 경영자 혼자의 노력보다는 조직의 수용과 구성원들의 참여가 같이할 때 목표달성의 가능성이 높다(홍영구, 2017). 따라서 본 연구에서는 조직적 관점에서 기업의 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 조직참여를 고려하였다.



〈그림 1〉 연구 모형

본 연구에서는 성공적인 스마트공장 구축을 통한 기업의 경쟁력 향상에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 도출하여 <그림 1>과 같은 연구모형을 설정하였다.

3.2 가설의 설정

3.2.1 최고경영자 의지와 스마트공장 구축과의 관계

최고 경영자는 기업의 모든 자원이 자체적인 역할을 보다 효율적으로 수행할 수 있는 여건을 만들어 준다는 의미에서 기업고유 가치창출에 간접적인 공헌을 하지만, 각 자원의 역할에서 가치 증대는 기업고유의 가치 창출의 직접주체는 각 자원 공급자라고 할 수 있다. 최고 경영자에 있어서 최우선적이고 주된 역할은 전략을 통한 혁신적인 가치를 창출하고, 글로벌 경쟁업체와 다른 형태의 활동을 수행하거나 동일한 활동을 다른 방식으로 수행함으로써 고객에게 보다 많은 가치를 창출하는 데 있다(박철순, 2001). 객관적인 정보를 기초로 합리적인 전략을 도출하여 도구 중심이 아닌 문제해결을 위해 경영진도 적극적으로 경영혁신운동에 참여함으로써 문제 해결과 중요한 비즈니스 기회를 달성하는 것이 가능하다(김봉석, 2009). 미국의 경제학자 슈페터에 의하면, 자본주의 역동성을 가져오는 가장 큰 요인으로 창조적 혁신을 주창했으며, 1912년에 발표한 “경제발전론”에서 이윤은 기업가의 혁신에서 발생하는 것이라고 하였다. 혁신적인 기업가의 창조적 파괴(Creative Destruction) 행위로 생산소스의 새로운 결합이 파생되고 이후 다른 경쟁기업에 의해 모방되면서 이윤이 낮아지고, 새로운 혁신적인 기업의 출현으로 다시 사회적인 이윤이 순환된다고 본다.

따라서 기술혁신은 낡은 것을 파괴하고 새로운 것을 창조하고 혁신하는 창조적 파괴 과정이 기업의 원동력이라는 것이다. 따라서 다음과 같은 가설을 도출하였다.

H1: 최고경영자 Leadership은 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다.

3.2.2 정부지원과 스마트공장 구축과의 관계
국내 대기업과 중소기업 간의 스마트공장 적용에 있어서도 현격한 차이가 있다. 재정자립도가 높은 대기업과 1차 협력사는 중간수준 이상의 스마트공장을 적용하고 있으나, 대다수 중소 제조기업은 수작업 또는 제한적인 ICT(정보통신기술) 수준에 있으며, 전혀 시스템을 활용하지 않는 기업도 상당한 수로 제조현장에서 경험을 하고 있다. 2014년 정부는 스마트공장 확산을 위해 민관공동으로 1조 원 규모의 제조혁신 재원을 조성하고, ‘스마트공장 추진단’을 구성하여 IT·SW 역량이 부족한 중소·중견기업 제조현장의 스마트화를 기업 역량에 따라 맞춤형으로 지원하여 IT·SW, 사물인터넷 등과의 융합을 통해 생산 전 과정을 지능화, 최적화 하여 2020년까지 1만 개 공장의 스마트화를 추진 이를 통해 중소·중견기업의 생산성을 획기적으로 높이고, 핵심 기반이 되는 SW·센서·솔루션 등을 새로운 산업으로 육성하여 수출동력화 할 계획을 세웠다(산업통상자원부, 2015). 따라서 다음과 같은 가설을 도출하였다.

H2: 정부지원은 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다.

3.2.3 외부 컨설팅과 성공적인 스마트공장 구축과의 관계

일반적으로 컨설팅 의미는 다양한 산업에서, 과학 기술의 전문적인 응용을 필요로 하는 부분에 대하여 프로젝트를 전체적으로, 계획하고 설계하고 문제점을 분석하면서 기술을 지도하는 역할이다. 중소기업청 통계에 따르면, 국가의 기초산업의 99.6% 차지하는 중소기업 중에서 특히, 뿌리산업의 경우 제조생산의 스마트화 수준이 낮아서 제조혁신이 시급하게 요구되고 있는 제조환경이다. 상대적으로 대기업과 협력사간 연계도가

높은 자동차 및 전자, 연속공정의 비중이 높은 화학 업종에서는 스마트공장화 수준은 비교적 높은 편이다(최동학, 2016). 국내 중소제조기업을 대상으로 과거 3년 동안 스마트공장 구축을 성공적으로 컨설팅하고 있는 외부전문가를 기업에 지정해서 지속적이고 안정적인 시스템운영을 지원하고, 스마트공장 활용률을 높일 수 있도록 고도화를 촉진한다(산업통산자원부, 2017).

이와 관련하여 스마트공장 민관합동 추진 단에서는 기업에서 자동화 경험이 많은 전문위원을 구성하여, 중소 제조기업을 대상으로 성공적인 스마트공장 추진에 역점을 두고 있다. 따라서 다음과 같은 가설을 도출하였다.

H3: 외부 컨설팅은 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다.

3.2.4 조직참여도와 스마트공장 구축과의 관계

최근 혁신적인 글로벌 기업의 제조생산 환경 변화에 대비하여, 국내 중소기업들이 적극적으로 대응하기 위한 방법으로 혁신적인 조직구성이 중요시 되고 있다. 조직문화는 조직 구성원들이 공동체 의식을 가지고 문제를 해결하는 과정에서 형성되는 것으로 조직이 나아갈 목표를 명확하게 제시하며, 단체행동을 유발시키는 사회적인 힘을 가지고 있다. 기업 내부의 조직적, 관리적 그리고 심리적 특성 등은 조직의 혁신성장에 크게 영향을 미치고 있으며 지속적으로 관심이 확대되고 있다(신태영, 1999).

미국의 조직문화 진단전문가인 데니슨(D.R. Denison)에 의하면 조직문화는 조직의 핵심적인 정체성을 형성하는 일련의 가치와 신념 그리고 행동패턴이라고 정의하고 있다. 그러나 조직문화는 유형적인 것이 아니라 실체가 없는 무형적인 형태로 주변환경과의 적응과정을 통하여 지속적으로 형성되고, 조직 구성원에게 학습된다는 특징을 지니고 있다(Denison, 2009). 따라서 다음과 같

은 가설을 도출하였다.

H4: 조직참여도는 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다.

3.2.5 스마트공장 구축과 기업경쟁력과의 관계

기업의 경쟁력 향상의 한 가지 방법으로서 전략적 혁신이란 산업에서의 지배적인 전략을 대체하는 보다 많은 가치를 창출하는 새로운 전략을 의미한다. 최근 급속하게 발전하고 있는 정보통신기술은 기업의 경영방식과 상품의 특성과 산업의 구조까지 광범위하게 영향을 미치고 있으며, 미래 기업이 경쟁우위를 창출하는 데 이를 활용해야 한다고 한다(Porter, 2008). 과거 제조업 혁신 1.0에서는 경공업 중심으로 수행되었으며, 제조업 혁신 2.0에서는 조립 및 장치산업, 그리고 현재 제조업 혁신 3.0에서는 선도형 융합전략의 혁신적인 산업을 추진하고 있다. 기업의 대외경쟁력을 높이기 위한 효과적인 전략은 시장에 집중을 하면서 고객의 요구를 더욱 이해하고 외부기술을 활용하고 적용하는 것이다(Radosevic, 2013). 이러한 환경에서 기업경쟁력을 높이기 위해서는 성공적인 스마트공장이 우선적으로 구축되어야 한다는 가설을 도출하였다.

H5: 스마트공장 구축은 기업경쟁력에 정의 영향을 미친다.

3.3 연구변수의 조작적 정의와 측정항목

본 연구에서는 선행연구를 기초로 도출한 구성개념의 측정항목은 <표 6>과 같다. 연구목적에 가장 부합할 수 있도록 구성개념을 수립하고, 보다 구체적으로 표현하기 위해 조작적정의(Operational Definition)를 적용하기 위해 각 항목별 5점 척도로 평가하였다. 또한 설문에 대해서는 항목과 관련된 내용을 기준으로 종속변수인 경쟁력과의 상관관계를 측정하는데 목적을 두었다.

<표 6> 변수 측정 항목

Construct	Survey Items	Reference
최고경영자 의지 (CEO Leadership)	생산혁신을 위한 스마트공장에 대한 열정이 있다.	McKinsey(2015) 김용정(2014) 문화체육관광부(2015)
	글로벌 제조환경에서의 스마트공장을 인식하고 있다.	
	정부지원이 없어도 지속적으로 고도화 추진을 할 것이다.	
정부지원 (Government Assistance)	스마트공장 적용사례 효과에 대해 들어 본적이 있다.	산업통상자원부(2015) 이상동(2015) 조윤정(2015) 하태정(2015)
	스마트공장은 중소기업의 대외 경쟁력 지원을 위해 중요하다.	
	정부의 스마트공장 지원사업에 대해서 잘 알고 있다.	
	글로벌 표준화 제품생산을 위한 정부정책 지원도 중요하다.	
외부컨설팅 (External Consulting)	스마트공장 시스템 도입 시 기업의 정보보안이 중요하다.	Boston Consulting(2015) Selmar(2015) Tony(2015) 차석근, 성기진(2008)
	기술적인 지원 외 업무혁신에 대한 컨설팅도 중요하다.	
	시스템 분야별 전문성을 가진 전문가 지원이 중요하다.	
조직참여도 (Organization Participation)	귀사의 조직 구성원은 스마트공장 구축에 적극 동참한다.	Denison(2009) Porter(2008) 김의중(2014) 박철순(2001) 박형욱(2016)
	성공적인 스마트공장 추진을 위해 지속적인 교육이 필요하다.	
	생산업무 혁신에 따른 시스템 기반의 성과관리가 쉬워진다.	
	제조혁신은 선택이 아니라 필수로 판단하는 인식이 있다.	
스마트공장 구축 (Smart Factory Implementation)	설비자동화는 에너지절감 효과를 가져온다.	Davis and Edgar(2011) 박종만(2015) 차석권(2008)
	설비 자동화에 따른 생산의 효율성이 높아진다.	
	체계적인 설비관리로 기업의 생산성을 높인다.	
기업경쟁력 (Competitiveness)	스마트공장 환경에서 생산된 제품은 불량률이 낮다.	Badr(2011) Delloitte(2016) Mckinsey and Company (2015) 문화체육관광부(2015) 이정철(2015)
	스마트공장 적용에 따른 제품의 납기단축이 가능하다.	
	스마트공장 적용은 제품의 매출증가에 영향을 준다.	
	스마트공장 추진은 자원관리의 효과성을 높인다.	
	스마트공장 적용은 글로벌 기업경쟁에서 필요하다.	

IV. 가설 검증 및 분석 결과

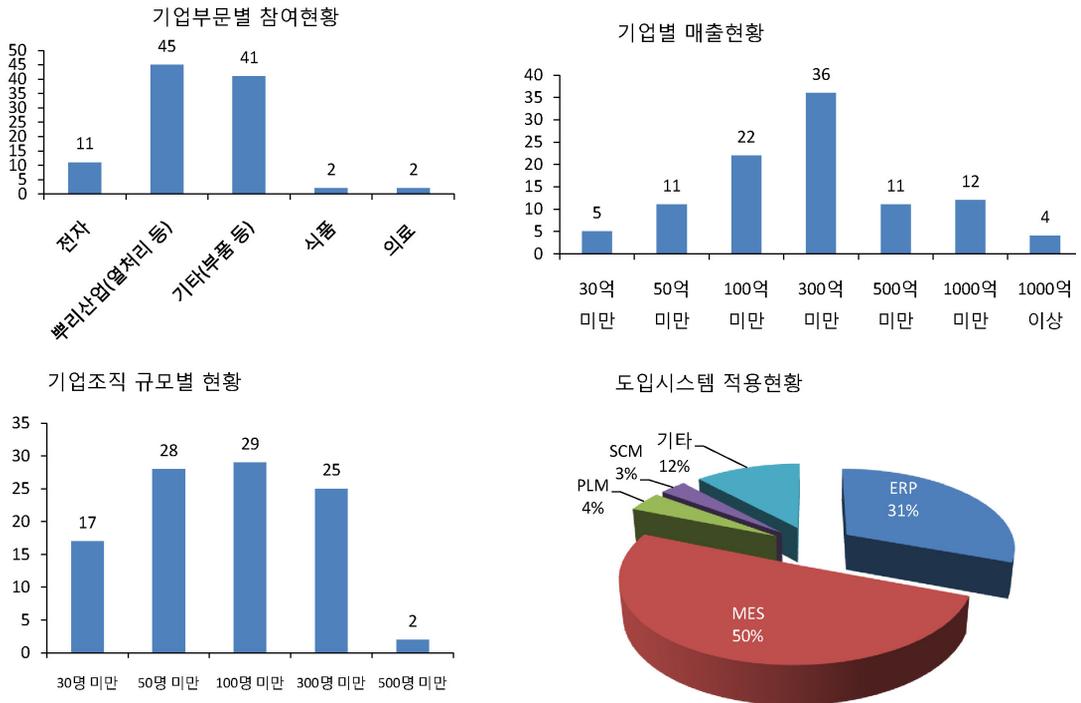
4.1 자료수집 및 표본의 특성

본 연구는 현재 스마트공장 구축을 완료하였거나 진행 중인 기업을 대상으로 실시하였으며, 보다 정확한 설문접수를 받고자 실제로 스마트공장을 수행하고 있는 중소기업의 프로젝트 담당자를 대상으로 설문지를 배포하였다. 이들을 대상으로 약 400부의 설문지를 배포하여 101개 기업으로부터 응답을 받았다.

이들 기업들은 대부분 뿌리산업과 자동차 부품을 제조하는 기업이 약 85% 차지하며, 매출은

100억에서 300억 사이의 임직원이 50명에서 300명이거나 대다수를 차지한다. 그리고 스마트공장 관련 정보시스템 도입은 MES(Manufacturing Execution System)가 50%를 차지하며, ERP(Enterprise Resource Planning) 31%, PLM(Product Lifecycle Management) 4%, SCM(Supply Chain Management) 3%가 그 뒤를 따르고 있다. 스마트공장 적용을 하고 있는 중소제조기업으로부터 회수된 설문지를 살펴보면 기본정보는 <그림 2>와 같다.

<그림 2>와 같이, 스마트공장을 구축한 1,240개 중소기업을 분석하면, 기업의 생산관리 지원에 직접적인 영향을 주는 MES 구축이 67.3%로 가장 높고, 그리고 ERP 시스템이 12.8% 차지하고 있다.



〈그림 2〉 응답기업 기본정보 현황

글로벌 경영과 마케팅을 수행하고 국내외 많은 지역에 자체 생산공장을 가지고 있는 대기업은 ERP 경영시스템 중심으로 스마트공장과의 실시간 연동을 수행하는 기업환경과 달리, 일부 지역에서 전문적인 제품생산을 주기능으로 하는 중소제조기업은 특성상 MES 생산관리 시스템 중심의 스마

트공장 적용으로 생산성을 혁신하고 있다.

4.2 측정모델

본 연구에서는 연구모형 검증을 위해 Smart PLS 2.0을 이용하였다. PLS 분석은 측정방향과 구성개

〈표 7〉 스마트공장 구축 수준현황

수준	생산관리 지원(MES)	기업자원 관리(ERP)	제품개발 지원(PLM)	공급사슬 관리(SCM)	복수 시스템	기타 시스템	기업 수	비율(%)
기초수준	706	131	46	12	20	106	1,021	82.3%
중간 1	105	26	6	0	8	37	182	14.7%
중간 2	24	2	1	0	1	10	38	3.1%
고도화	0	0	0	0	0	0	0	0%
총계	835	159	53	12	29	152	1,240	
비율(%)	67.3%	12.8%	4.3%	1.0%	2.3%	12.3%		100%

자료: 스마트공장추진단(2016년 1월 기준).

념에 대해 내적 일관성(Internal Consistency), 집중타당성(Convergent Validity), 판별타당성(Discriminant Validity) 검증을 요구한다. 내적 일관성 검증을 위해 최고경영자 리더십, 정부지원, 외부 컨설팅, 조직참여도, 스마트공장 구축 그리고 기업경쟁력을 대상으로 복합신뢰도(Composite Reliability)와 신뢰성을 분석하였다(Fornell and Larcker, 1981). 분석 결과는 <표 8>과 같다. 복합신뢰도는 Nunnally(1987)와 Thompson *et al.*(1995)이 주장하는 기준치인 0.7 이상으로 나타났고, 신뢰성 검증

에 널리 사용되는 Cronbach's Alpha 값은 0.7 이상으로 표현된다. 따라서 내적 일관성은 적합한 것으로 판단된다.

집중타당성은 PLS의 부스트랩(bootstrap) 방식을 이용하여 구성개념에 대한 요인적재 값과 t값으로 검증하였다. 측정문항의 요인적재 값은 0.7 이상, t값은 1.96 이상을 권장하는데(Fornell and Larcker, 1981), 본 연구에서는 모든 문항의 요인적재 값은 0.7 이상, t값은 1.96 이상이어서 집중타당성이 있는 것으로 표현된다.

<표 8> 내적 일관성 및 복합신뢰도

	AVE	Composite Reliability	R ²	Cronbach's Alpha	Communality	Redundancy
최고경영자 의지 (CEO Leadership)	0.6619	0.8545	0	0.7469	0.6619	0
(기업경쟁력) (Competitiveness)	0.6999	0.9208	0.3659	0.8922	0.6999	0.2544
스마트공장 구축 (Smart Factory Implementation)	0.8064	0.9259	0.4281	0.8802	0.8064	0.0568
정부지원 (Government Support)	0.5606	0.8360	0	0.7454	0.5606	0
(외부컨설팅) External Consulting	0.6876	0.8678	0	0.7711	0.6876	0
조직참여도 (Organization Participation)	0.6308	0.8711	0	0.8127	0.6308	0

<표 9> 판별타당성

	CEO Leadership	Competitiveness	Smart Factory Implementation	Government Support	External Consulting	Organization Participation
최고경영자 의지 (CEO Leadership)	0.814*					
(기업경쟁력) (Competitiveness)	0.666**	0.837*				
스마트공장 구축 (Smart Factory Implementation)	0.448**	0.604**	0.898*			
정부지원 (Government Support)	0.492**	0.573**	0.508**	0.749*		
(외부컨설팅) External Consulting	0.463**	0.687**	0.526**	0.563**	0.829*	
조직참여도 (Organization Participation)	0.592**	0.717**	0.584**	0.667**	0.657**	0.794*

주) *대각선: Root Square AVE, **비대각영역: 상관계수(**는 0.05수준에서 유의함).

〈표 10〉 가설검증 결과

	Research Hypothesis	Coefficient	T-value	Result
H1	스마트공장 구축(Smart Factory Implementation) → 기업경쟁력(Competitiveness)	0.605	14.555	Accepted
H2	최고경영자 의지(CEO Leadership) → 스마트공장 구축(Smart Factory Implementation)	0.088	2.298	Accepted
H3	정부지원(Government Assistance) → 스마트공장 구축(Smart Factory Implementation)	0.152	2.999	Accepted
H4	외부컨설팅(External Consulting) → 스마트공장 구축(Smart Factory Implementation)	0.180	2.654	Accepted
H5	조직참여도(Organization Participation) → 스마트공장 구축(Smart Factory Implementation)	0.216	4.090	Accepted

본 연구에서는 <표 9>와 같이 측정모형은 구성개념들 간의 상관계수의 대각선 축에 표시되는 AVE 제공근 값이 다른 구성개념 간의 상관계수보다 높은지를 검증하기 위하여 Fornell and Larcker(1981)가 제시한 평균 분산추출값(AVE: Average Variance Extracted)을 적용한다. 통계분석 결과, 판별타당성을 가지기 위해 AVE의 제공근 값 중 가장 작은 값을 가지는 Government Support 경우 0.749로서 해당 횡축과 종축의 가장 큰 상관계수 값 0.717보다 상회하여 모두 적합한 것으로 나타났다. 따라서 본 모델의 구성개념은 판별타당성이 있음이 검증되었다.

4.3 구조모형

본 연구에서는 선행연구를 기초로 본 연구모형의 PLS 경로분석 결과는 <표 10>과 같다. PLS 분석에서 경로모델의 설명력은 분산설명력(Explained Variance)인 R^2 값으로 표현된다(Chin and Gopal, 1995). 분석결과, 최고경영자 리더십, 정부 지원, 외부 컨설팅, 조직참여도, 스마트공장 구축은 기업 경쟁력의 36.63%를 설명하였다. 이는 Falk and Miller(1992)가 제시한 적정 검정력 10%를 상회하는 것이다.

그리고 연구모형의 적합도(goodness-of-fit, GoF)를 검증한 결과(Tenenhaus 2005; Wetzels 2009), GoF 영향도는 0.517로서, Wetzels³⁾가 제시한 중

(medium)보다 크기 때문에 모형의 적합도가 매우 높은 것으로 나타났다. PLS 분석을 통해 경로계수와 경로계수의 유의성을 검증하였다. 이를 위해 전체표본을 이용하여 구조모형에 대한 경로계수를 구하고, PLS에서 제공하는 부트스트랩 방식을 이용하여 경로계수의 t값을 산출하였다. 분석결과, 본 연구에서 제시한 5개의 가설은 모두 유의한 것으로 나타나 모두 채택하였다.

4.4 연구결과 논의

본 연구에서는 스마트공장 환경하에 기업경쟁력에 영향을 미치는 요인을 최고경영자 리더십, 정부지원, 외부 컨설팅, 조직참여도 관점에서 기업의 경쟁력과 관계를 규명하였다. 앞서 설명한 바와 같이 다양한 중소 제조기업을 대상으로 실증적인 분석을 한 결과, 각각의 관점이 모두 스마트공장 추진을 통한 기업경쟁력 향상에 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기업경쟁력

2) GoF 구하는 식은 $G_oF = \sqrt{\text{communality}} \times \sqrt{R^2}$ 이다.

3) Wetzels *et al.*(2009)은 Fornell and Larcker(1981)가 제시한 공통성의 기준치인 0.5와 Cohen(1988)이 제시한 영향도 f^2 의 기준치인 0.02(small), 0.15(medium), 0.35(large)의 기하평균을 각각 구하여 GoF의 영향도를 정하였다. GoF의 영향도는 0.1, 0.25, 0.36을 기준으로 각각 약(small), 중(medium), 강(large)으로 분류함.

에 미치는 영향은 성공적인 스마트공장을 구축하는데 있어서 조직참여도의 영향력이 가장 높고, 외부 컨설팅, 정부지원, 최고경영자 리더십 순으로 나열되었다.

4.4.1 조직참여도 관점

조직참여도는 스마트공장 구축에 가장 큰 영향을 ($Beta = 0.288$) 미치는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 혁신에 대한 막연한 부담과 고용불안 등의 걱정으로, 기업이 추진하고자 하는 혁신적인 프로젝트에 조직원들이 적극적으로 참여를 하지 않는 기업환경에서 얼마나 직원들을 대상으로 설득을 통해 기업의 미래비전을 제시하고 목표에 대한 충분한 상호이해와 신뢰가 필요한지와 조직원의 적극적인 참여의 중요성을 말해준다. 따라서 성공적인 스마트공장 구축을 통한 기업의 경쟁력 개선을 위해서는, 그 동안 중소기업에서 생산지원 시스템이 구축되지 않는 작업환경에서, 수작업 데이터 입력처리와 설비상태를 매번 현장에서 확인해야 하는 등 비효율적인 관리로부터 생산관리 업무혁신을 통해 제품의 품질결함을 줄이고 업무성과를 높이는 것이 중요하다.

4.4.2 외부 컨설팅 관점

외부 컨설팅은 스마트공장 구축에 영향을 ($Beta = 0.164$) 미치는 것으로 나타났다. 대기업과 달리 중소기업은 대부분 생산현장에서 작업자를 통한 수작업으로 업무처리를 하고 있는 환경으로, 원자재에 대한 재고현황, 원가정보, 공정정보 그리고 설비상태에 대한 실시간 파악이 어렵다. 이러한 이유로 고객의 제품요청에 대해서 신속하고 정확하게 납기회신을 제공할 수가 없다. 특히, 국내 중소기업들은 시스템을 갖추고 있는 선진국가 경쟁기업과 대비하여 전반적으로 생산관리의 수준과 업무의 효율성이 낮을 수밖에 없는 환경이다, 따라서 이 같은 과제를 해결하기 위해, ICT 기술을 적용한 스마트공장을 성공적으로 구축할 수 있도록 경험이 많은 외부전

문가의 효과적인 기술 컨설팅이 필요할 것이다.

4.4.3 정부지원 관점

정부지원은 스마트공장 구축에 조직참여도 다음으로 영향을 ($Beta = 0.141$) 미치는 것으로 나타났다. 정부는 최근 국내 제조산업의 경쟁력이 다른 선진국가들과 비교하여 급격하게 후퇴하고 있음을 판단하고, 이에 대한 대책으로 스마트공장 추진을 통한 국내 중소기업들의 경쟁력을 조기에 향상시키는데 많은 관심을 두고 있다. 최근 스마트공장 추진 만족도 조사(문화체육관광부, 2015)에 따르면 약 98%가 긍정적인 응답을 하였다. 따라서 성공적인 스마트공장 구축을 통한 중소기업의 경쟁력을 조기에 확보하기 위해서는, 정부가 정책적인 지원을 함에 있어서 기업의 규모와 제조환경에 맞게 시스템의 우선순위 적용이 중요하고, 성공적인 스마트공장 구축에 많은 영향을 줄 것이다.

4.4.4 최고경영자 리더십 관점

기업의 혁신을 추진하고자 하는데 있어서 최고경영자의 결단이 중요하다. 아무리 조직원이나 창의적인 아이디어를 가지고 혁신적인 제안을 하더라도 이를 묵살 한다든지 관심을 가져주지 않는다면 수행되기 어려운 것이다. 특히, 규모가 작은 중소기업에서는 최고경영자의 역할은 더욱 중요한 것이 현실이다. 그리고 최고경영자가 혁신을 하고자 고민과 추진내용을 직원들과 공유하고 신뢰한다면 아주 훌륭한 결과를 가져다 줄 것이다. 미국의 기업가인 GE의 잭 웰치 회장은 “기업들이 환경 변화에 적극적으로 대응하지 못할 경우 미지근한 물에 개구리를 넣고 서서히 가열하면 대부분 죽을 때까지 뛰쳐나오지 않고 결과적으로 죽어가는 개구리처럼 될 수 있다”고 경고한 바 있다. 최근 심화되고 있는 고객 중심의 사고방식과 데이터 활용을 통해 제품의 가치를 제고하고, 이를 활용할 수 있는 Platform 전략으로 제품중심에서 서비스 지원을 받고자 하는 고객이 증가하고 있

다는 점을 깊이 이해할 필요가 있다. 따라서 최고 경영자가 기업의 경쟁력을 개선하기 위해 스마트 공장에 대한 깊은 이해와 추진전략을 직원들과 고민하여 수립하고 관심을 가진다면 성공적인 스마트공장 구축을 달성하고, 이는 기업의 경쟁력과 직결되는 것을 확인할 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 스마트공장 구축을 통한 국내 중소기업의 글로벌 경쟁력을 확대하기 위해 주요 선진국가들의 추진동향과 국내 중소기업에 미치는 영향에 대한 관점에서 도출하였고, 이를 검증하였다. 실증분석을 한 결과, 최근 글로벌 기업들의 제조환경변화에 핵심이 되고 있는 스마트공장의 성공적인 적용에 미치는 4가지 요소에 대한 영향력은 조직참여도, 외부 컨설팅, 정부지원 그리고 최고경영자 리더십 순으로 확인할 수가 있었다. 이는 결국 국내 제조기업의 대외경쟁력을 확보하는데 결정적인 요인으로 판단이 된다. 따라서 성공적인 스마트공장을 구축하기 위해서는 첫째, 중소 제조기업의 내부 조직의 적극적인 참여를 유도하고, 둘째, 외부 전문가와 정부기관에서는 제조업 혁신에 대한 국가와 기업의 동시적인 비전을 적극적으로 홍보하고, 셋째, 국내 중소기업의 생산환경에 적합하도록 최적의 기술적인 혁신방안을 가지고 단계적으로 시스템 적용이 될 수 있도록 추진하는 것이 중요하다.

5.1 연구결과의 시사점

본 연구에서는 국내 중소 제조기업의 환경은 국내 대기업과 선진국 중소제조기업과 달리 대부분 생산현장에서 시스템 없이 수작업 작업처리로 인한 생산성 저하 등의 이유로 국가적인 산업경쟁력이 빠르게 하락하고 있는 현실을 이해할 수 있다. 참고로, 과거 1970, 1980년대 국가의 산업정책에 따라, 한국 국민들의 특유한 성실성과 목표

지향적인 노력을 기반으로 자동차, 반도체 산업이 조기에 세계적인 기술 경쟁력을 확보한 사례와 같이, 이제는 중소기업이 제조혁신을 통한 세계적인 기업으로 성장하여, 대기업이 겪고 있는 혁신의 한계를 국가산업차원에서 대체할 수 있는 계기가 될 것으로 예측된다. 특히 한국은 제조업과 IT 분야에서 강점을 가지고 있기 때문에 이들 융합을 통한 성공적인 스마트공장 구축을 통해 국내 중소기업의 생산성은 높아질 것이다

그리고 4차 산업혁명이라는 IoT(Internet of Things) 환경에서 국내 제조기업도 글로벌 기업들과 경쟁을 하기 위해서는 스마트공장 구축이 선택이 아니라 기업생존을 위한 필수로 진행할 수 있도록 정부는 제도적으로 적극지원하고, 또한 스마트공장의 성공적인 보급확산을 위한 제조업 스마트화 수준을 객관적으로 진단 및 평가할 수 있는 맞춤형 스마트공장 구축 방안을 제시할 수 있는 객관적인 국내표준 인증모델 조기도입도 필요할 것이다.

5.2 연구결과의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 한계점은 국내에서 스마트공장 추진이 2014년 하반기부터 시작해서 2016년 1월 기준으로 현재 진행하고 있는 기업과 최근에 구축 완료한 중소기업 중 101개 기업에 대한 분석으로 설문결과를 일반화하기에는 다소 한계가 있을 수 있다. 왜냐하면 진행 중인 기업의 경우 기업의 경쟁력 확보에 어떠한 요소가 영향을 주었는지 결과론적으로 확인할 수 있는 정량적인 결과를 증명하기에는 아직 구축기간이 길지 않아 어려움이 있기 때문이다.

따라서 향후 연구에서는 스마트공장 구축을 완료한 더 많은 기업을 대상으로 분석하여 보다 객관적인 연구결과를 도출할 필요가 있다. 현재 선진국가 기업들과 비교해서 스마트공장 핵심 기술력이 낮고 시스템 구축이 다소 늦었지만, 과거 한국기업의 신속한 의사결정력과 추진력을 볼 때

오히려 몇 년 후에는 이들 선진국 기업들보다 ICT 기반의 자동화 로봇설비, 생산관리시스템과 인공지능 적용을 통한 스마트공장 가동률이 비약적으로 높아질 것이다, 이것이 국내 중소기업의 생산성을 획기적으로 높이는 원인으로 보고 향후 연구를 기대해 본다.

참고문헌

- [1] 김봉석, *국내 경영혁신운동의 공통적 성공요인*, 신한 FSB 연구소, 2009.
- [2] 김용정, *정부 R&D 성과의 기술사업화 실패 사례 연구*, 한국과학기술기획평가원, 2014.
- [3] 김의중, *우리나라 제조업의 미래 제조업혁신 3.0 전략*, 산업통산자원부, 2015.
- [4] 김주현, *매트릭스 조직에서 프로젝트 관리자 (PM)의 역할이 프로젝트 성공에 미치는 영향에 대한 실증연구* (석사학위논문), 성균관대학교, 2015.
- [5] 노태협, “ICT 기반 지역 공유경제형 사회적 기업 사례 연구”, *Information Systems Review*, 제18권, 제1호, 2016, pp. 157-175.
- [6] 문화체육관광부, *스마트공장 지원사업 인식도 및 만족도 조사 결과*, 2015.
- [7] 박종만, “중소제조업 스마트공장 기술 동향과 이슈”, *한국통신학회논문지*, 제40권 제12호, 2015, p. 12.
- [8] 박종섭, *Intel IoT platform and OIC 소개*, 인텔코리아, 2011.
- [9] 박철순, “전략적 혁신과 기업 경쟁력”, *경영논집*, 제34권, 제4호, 2001, pp. 117-134.
- [10] 박형욱, “스마트 팩토리와 연관된 생산제조기술 동향”, *한국통신학회지(정보와 통신)*, 제33-1호, 2016, pp. 24-29.
- [11] 박호진, “개방형 스마트 홈 기술개발 및 실증사업”, 한국전자통신연구원, *한국경영정보학회 춘계학술대회논문집*, 2015, pp. 1-9.
- [12] 산업통산자원부, *제조업 혁신 3.0 구현을 위한 “스마트공장 확산” 추진계획*, 2015.
- [13] 서창성, *스마트 팩토리 구축을 통한 중소기업 생산성 향상에 대한 연구* (석사학위논문), 부산대학교 대학원, 2016.
- [14] 신태영, *기업의 기술혁신 결정요인 (기업규모, 산업구조와 기술혁신)*, STEPI 과학기술정책연구원, 1999.
- [15] 이상동, “스마트공장의 글로벌 추진 동향과 한국의 표준화 대응 전략”, *KSA OI2, Issue 2015-3*, 2015, pp. 1-30.
- [16] 이정철, *스마트공장 진단. 인증모델 개요 및 항목평가*, 한국생산성본부 스마트공장 팀, 2015.
- [17] 자동차부품연구원, “스마트자동차기술과 스마트 카톡 실증환경”, *한국경영정보학회 추계 통합학술대회논문집*, 2015, pp. 1-10.
- [18] 조운정, *국내 제조업 고도화 방안으로서 스마트공장의 가능성*, KDB 한국산업개발, 2015.
- [19] 차석근, 성기진, *글로벌 제조업에 u-manufacturing 구현을 위한 지식서비스 적용 방법*, 한국기계연구원, 2008, pp. 1-8.
- [20] 최동학, *스마트공장 2016 표준기반 R&D 로드맵*, 한국표준협회, 2016.
- [21] 하태정, “기업경쟁력지수에 기초한 신성장동력 정책의 성과분석”, *산업혁신연구*, 제31권, 제1호 2015, pp. 1-30.
- [22] 한국산업기술진흥원, *미국 스마트 제조 및 연구 동향*, 2014.
- [23] 한현수, 김기호, 양희동, “클라우드를 이용한 경영혁신플랫폼 기반 중소기업 정보화 지원사업 현황과 활성화 방안 연구”, *Information Systems Review*, 제18권, 제1호, 2016, pp. 41-55.
- [24] 홍영구, *경영자 몰입도 조직 수용도 및 참여도가 컨설팅 성과에 미치는 영향* (석사학위논문), 한성대학교, 2017, pp. 73-74.
- [25] Badr, E., *Reliability solutions for a smart digital factory using: (1) RFID based CEP; (2) Image processing based error detection; (3) RFID based*

- HCI* (Master's Thesis), University of Stuttgart, Germany, 2011.
- [26] Boston Consulting Group, "The future of productivity and growth in manufacturing industries", 2015.
- [27] Davis, J. and T. Edgar, *Smart manufacturing as a real-time networked information enterprise*, SMLC, Smart Manufacturing Leadership Coalition, Austin Texas in US., 2011.
- [28] Deloitte, *2016 Global Manufacturing Competitiveness Index*, Deloitte, US, 2016.
- [29] Denison, "Organizational culture survey Results" International Electrotechnical Commission (2015), IEC 62832 Digital Factory, 2009.
- [30] Mckinsey & Company, "Manufacturing's next act", 2015, Available at <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>.
- [31] Mckinsey & Company, "Playing to win: The new global competition for corporate profits", 2015, Available at <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>.
- [32] Porter, M., "The Five Competitiveness Forces That Shape Strategy", *Harvard Business Review*, Vol.86, No.1, 2008, pp. 78-93.
- [33] Research and Innovation, *Integrated platform for the smart factory*, Research and Innovation, Geneva in Swiss, 2013.
- [34] Selmar, A., *Implementation of facilitating smart Factory (4.0)* (Master's Thesis), Chalmers University of Technology in Sweden, 2015.
- [35] Steve J., "Bridging the IT/OT: Field to Cloud Implementation", PrismTech, 2015.
- [36] Tony Paine, "Kepware OPCUA Site Security Requirements", Kepware Technologies, 2015.

A Study on the Factors Influencing the Competitiveness of Small and Medium Companies Applied with Smart Factory System

Young-Hwan Choi* · Sang Hyun Choi**

Abstract

The advent of information communication technology or the Fourth Industrial Revolution facilitated the fusion of equipment and management systems, such as Manufacturing Execution System, Enterprise Resource Planning, and Product Lifecycle Management, in the successful implementation of smart factories. The government supports the early adoption of these systems in small and medium companies to enhance their global competitiveness in producing products that can be recognized in a dramatically changing manufacturing environment. This study introduces smart factories to improve company competitiveness and address influences from the government assistance, CEO leadership, external consultancy, and organizational participation. We analyzed 101 results received from the questionnaires circulated to small- and medium-sized manufacturing companies. Given a successful smart factory implementation, company competitiveness is the factor that mostly influences organizational participation, government assistance, external consultancy, and CEO leadership. This study suggests several perspectives to implement a smart factory, which is the most important aspect of company competitiveness.

Keywords: Smart Factory, MES (Manufacturing Execution System), CPS, Big Data

* Department of MIS, Chungbuk National University

** Corresponding Author, Department of MIS, Chungbuk National University

◎ 저 자 소 개 ◎



최 영 환 (yhchoi243@hanmail.net)

국내 현대전자(현 SK 하이닉스), 삼성 반도체 그리고 미국 Fairchild 반도체 기업에서 약 20년 근무를 하였으며, 공장 자동화와 MES(생산관리 시스템) 관련 업무를 1989년부터 현재까지 수행하고 있다. 현재 스마트공장 추진단에서 전문위원으로 활동을 하고 있으며, 국내 중소기업의 스마트공장 구축과 컨설팅을 지원하고 있다. 주요 관심분야는 빅데이터 분석과 CPS, 데이터 마이닝 그리고 정보보안 등에 관련된 연구이다.



최 상 현 (chois@cbnu.ac.kr)

한국과학기술원 경영정보공학에서 박사학위를 취득한 후 아리조나주립대에서 박사 후 연수 과정을 수행하였음. LG CNS에서 6년간 책임컨설턴트로서 근무하면서 ERP, CRM 시스템 구축 등의 업무를 수행하였다. 현재 충북대학교 경영정보학과 교수로 재직 중이며 한국빅데이터서비스학회 부회장직을 수행 중이다. 주요 관심 분야는 빅데이터, 데이터마이닝, 스마트팩토리 등에 관련된 연구이다.

논문접수일 : 2017년 03월 21일

1차 수정일 : 2017년 05월 10일

게재확정일 : 2017년 06월 20일

2차 수정일 : 2017년 06월 05일