

# 국내 중소기업의 스마트공장 구축을 위한 조직역량과 조직성과에 관한 연구

서관중\* · 김동희\*\* · 문태수\*\*\*

〈 목 차 〉	
I. 서론	IV. 연구조사 설계
II. 이론적 배경	4.1 연구변수의 조작적 정의와 측정항목
2.1 스마트공장의 개념 및 사례	4.2 조사설계
2.2 스마트공장 진단도구	V. 실증분석
2.3 스마트공장 추진을 위한 영향요인과 성과	5.1. 포본 특성
III. 연구모형 및 가설	5.2 타당성 및 신뢰성 검증
3.1 연구모형	5.3 연구가설 검증
3.2 연구가설	5.4 시사점
	VI. 결론
	참고문헌
	<Abstract>

## I. 서론

2016년 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum, 다보스포럼) 이후 주요 제조 선진국인 미국, 독일, 일본, 중국은 4차 산업혁명의 주도권과 경쟁력 확보를 위해 각국의 산업 특성에 맞게 다양한 정책을 추진하고 있다. 이런 정책들은 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드(cloud) 등 ICT 신기술 역량을 기반으로 기업의 제품개발역량과 융

합되어 신제품 개발의 성과로 조직 혁신을 추구하고 있다(최상민, 문태수, 2020). 특히 제조산업은 ICT기술과 융합전략을 추구하고 있으며 스마트공장(smart factory)은 제조영역에서 4차 산업혁명 구현을 위한 대안으로 제시되고 있다(Deloitte, 2016). 우리나라의 제조업은 국내총생산(GDP)대비 제조업 비중 27.5%(2019년 기준)를 차지하는 우리 경제의 원동력이며, 미국(11.3%)을 비롯한 독일(20.8%), 중국(28.8%), 일

\* 포항테크노파크 경영지원실 팀장, pjseo@ptp.or.kr (주저자)  
\*\* 동국대학교 대학원 MIS 박사과정 수료, kimdh1986@gmail.com (공동저자)  
\*\*\* 동국대학교 경영학부 정보경영학과 교수, tsmoon@dongguk.ac.kr (교신저자)

본(21.1%) 등 주요국 가운데 비중이 두 번째로 높다. 그러나 한국의 제조업은 노동력 부족으로 인한 원가상승, 생산시설의 해외이전 등으로 제조업의 경쟁력은 약화되고 있다. 또한, 과학기술정보통신부의 2018년도 기술수준평가에 따르면 최고 기술 보유국 대비 주요 5개국 기술수준(2018년 기준)은 미국(100%), EU(94.8%), 일본(87.9%), 한국(76.9%), 중국(76.0%)으로 선진국과의 경쟁력 격차는 좁혀지지 않은 것으로 보고되고 있다. 반면, 중국 등 후발국과의 기술격차 축소로 제조업 경쟁력에 도전받는 상황으로 성장한계와 경쟁력 위기에 직면하고 있다. 따라서 생산인구 감소, 산업 기반 약화 등 현재 제조업 성장방식의 한계를 극복하고 신규 성장 동력을 만들어 내기 위해서는 제조업의 패러다임 변화와 스마트제조 생산 방식 체계로 전환 등 지속적인 제조 혁신 전략이 필요하다. 중소기업의 제조 혁신이 필요한 시점에 본격적으로 정부 주도의 스마트공장 보급 확산사업이 추진되면서 국내 중소 제조기업은 생산성 향상, 원가절감 등 경쟁력 제고 및 스마트공장 수준 향상에 기여하고 있다.

중소벤처기업부는 제조기반 중소기업의 스마트제조혁신 지원을 위해 2022년 까지 스마트공장 12,660개 구축을 목표로 2019년 1조4,173억 원, 2020년 1조9,150억 원의 예산을 배정하고 있다. 또한 스마트공장 도입기업은 평균 생산성 30% 증가, 품질 43.5% 향상, 원가 15.9% 감소, 납기 준수율 15.5% 증가, 기업 당 고용 3명 증가, 산업재해 17.9% 감소와 같은 성과를 달성하였다고 밝혔다. 이러한 정부와 민간 주도의 스마트공장 보급 추진으로 정량적 목표는 달성되고 있지만 도입 기업의 수를 늘리는 측면에 초점을 맞추고 있어 기업 현장에서는 다

양한 의견들이 제시되고 있다. 중소기업중앙회의 스마트공장 구축지원사업에 대한 의견조사 보고서(2019)에 따르면 스마트공장 구축 건의 사항으로 지원절차 간소화(48.4%), 자기부담금 하향(39.5%), 데이터 구축인력지원(16.3%) 등으로 조사되었다. 안상훈(2019)은 86.3%의 중소기업이 스마트공장 도입의 필요성에 대부분 공감하고 있지만, 43.4%의 중소기업이 기술역량이 부족하고 투자자금의 여유가 없어 스마트공장 추진에 애로사항이 있다고 발표했다. 또한, 스마트공장을 이미 구축한 기업의 경우 구축 단계는 기초단계(76.4%), 중간단계(21.5%)로 97.9%가 기초 및 낮은 중간 단계에 머물러 있는 상황이다. 선행연구 결과를 바탕으로 향후 스마트공장 보급, 확산을 위한 정부 정책은 중소기업의 현황을 면밀히 분석하여 산업별, 업종별, 기업의 특성 등 현장에 적합한 방향으로 추진되어야 할 것이며, 또한 스마트공장 구축을 검토 중인 기업은 자사의 객관적인 현 수준 파악 및 진단을 실시하고 이를 기반으로 스마트공장 구축을 위한 방향 설정 및 전략 수립이 요구된다. 최근 중소기업의 스마트공장 구축과 관련한 연구로는 기술개발(박종경, 정태우 2018), 추진전략(이성희 등, 2017: 이지영, 김정일, 2018), 정책방안(양희태, 2020) 성숙도와 준비도 진단 프레임워크 개발(조지훈, 신환선, 2019), AHP를 활용한 도입 결정요인연구(심현숙, 최경현, 2021) 등이 진행되고 있다. 스마트공장의 확산을 위해 많은 선행연구들이 진행되었으나, 특정산업과 업종에 편중되거나 스마트공장 구축과 직접적인 사례의 성과 요인에 대해 단순화된 모형을 통해 분석하고 가설을 검증하였다. 본 연구는 스마트공장 구축 시 어떤

요인이 성과 제고에 영향을 미치는지 실증적으로 분석하여 영향요인을 제안하고자 한다. 이를 위해 스마트공장 관련 선행연구를 기반으로 스마트공장 구축 기업을 대상으로 설문조사법을 사용하여 실증적으로 분석하고 실증 분석 결과에 따른 시사점을 제안하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 2.1 스마트공장의 개념 및 사례

스마트공장은 독일의 Industry 4.0의 체계를 통해 구현하고자 하는 개념에서 처음 시작된 용어로 주요 국가나 정부, 기관, 기업 등이 추진하는 방향성에 따라 다양하게 정의하고 있다. 제조업의 주도국인 독일은 스마트공장을 “사물인터넷(IoT)에 의한 소재·제품·기기의 지능화를 통하여 과거의 경직된 중앙집중식 생산체계(Industry 3.0)에서 모듈단위의 유연한 분산·자율제어 생산체계(Industry 4.0) 구축을 통해 제조 공장의 모든 요소를 완전 자동화하고 최적화하는 것”으로 정의하고 있으며, 인공지능 연구센터(DFKI)는 “스마트 사물인터넷 기술을 기반으로, 모든 프로세스가 유기적으로 연결되어 지능적으로 운영되는 공장”으로 정의하고 있다. 한국표준협회에서는 스마트공장을 “전통

제조산업에 ICT를 결합하여 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT기술로 통합, 최소비용, 시간으로 고객맞춤형 제품 생산을 지향하는 공장으로, 생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경이 구현되고, 개인맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조환경에 능동적 대응이 가능한 공장”으로 정의하고 있다(국가기술표준원, 2016). 중소기업기술정보진흥원 스마트제조혁신추진단(2019)의 스마트공장 정의는 “제품의 기획부터 판매까지 모든 생산과정을 ICT 기술로 통합해 최소비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장으로 비즈니스 가치 사슬 전반에 지능화 수준을 의미한다.”라고 정의하고 있다. 중소기업중앙회(2020) 발표에 따르면 “새로운 생산 시스템(디지털 제조 등)과 통합 기업 업무 시스템을 정보통신기술과 융합하여 제조업의 개방형 혁신을 통해 새로운 가치를 창출해 내는 공장”으로 정의하고 있다. 스마트공장의 정의는 국가 및 기관에 따라 서로 다르지만 ICT를 융합한 자동화, 유연한 생산체계를 지향하는 포괄적인 관점을 지니고 있다. 본 연구에서는 “다양한 고객의 수요에 신속하고 유연하게 대응하기 위해 제조 전반에 걸쳐 시스템화되고 실시간 데이터수집 및 분석으로 생산 능력과 품질 향상 등 제조 공정 개선을 위한 필수적인 제조 환경”으로 정의하고자 한다. 국내에서는 2016년

<표 1> 포스코 스마트공장 도입에 따른 변화

구분	AS-IS	TO-BE
현장상태분석	●철광석 등 직원이 1일 3회 표본 검사	●머신 비전을 통해 이미지 데이터화
온도확인	●직원이 2시간마다 온도 측정	●고로에 붙어 있는 IoT센서로 실시간 온도 측정
연료예측	●코크스 등 연료 및 비용 예측 어려움	●AI가 1시간 후 쇳물 온도 예측 ●쇳물 온도를 1500도 이상으로 유지하기 위해 필요한 코크스의 양 계산
결과	●쇳물 생산량 전년대비 5%증가, 연료 비용 4% 절감	

인공지능 바둑 프로그램인 알파고와 이세돌 기사와의 경쟁대국을 통해 딥러닝에 관한 관심이 높아지기 시작했다. 스마트공장의 국내 대표적 사례로 포스코의 사례를 꼽을 수 있다.

<표 1>에서 보는 바와 같이, 국내 철강 대표 기업인 포스코는 같은 해 하반기부터 딥러닝을 활용해 포항 제철소의 2고로 스마트화를 본격 추진하였다. 스마트공장 도입 이전에는 쇳물의 온도를 확인하기 위해 직원이 2시간마다 접촉식 온도계를 사용하여 온도를 측정했다. 스마트공장 도입 이후에는 원료(철광석 입도)뿐만 아니라 결과물인 쇳물 온도도 실시간으로 확인할 수 있도록 구현되었다. 최근에는 지속적인 고도화를 통해 고로에 붙어 있는 30개의 고화질 카메라와 수백 개의 사물 인터넷(IoT) 센서, 2공장 온도계가 내부 온도를 실시간으로 측정해 알려 준다. 스마트공장에 수집된 다양한 데이터

는 딥러닝 알고리즘을 통해 온도 변화를 예측할 수 있게 되고, 이를 통해 미리 제어하는 수준으로 발전하고 있다. 이런 노력에 힘입어 중국 다롄에서 열린 2019년 다보스포럼에서 세계 제조업의 미래를 선도할 ‘등대공장’으로 국내기업 최초로 선정되었다.

## 2.2 스마트공장 진단도구

스마트공장의 중요성과 필요성은 지속적으로 상승하고 있으나 국내 중소기업은 대기업에 비해 물적·인적 자원이 열악하여 자체적인 스마트공장 추진에는 그 한계가 있다. 이에 정부는 스마트제조혁신 지원을 통해 중소기업의 스마트공장, 스마트화를 추진하고 있다. 중소기업 정보진흥원의 스마트제조혁신추진단은 국내 기업의 환경을 고려하여 “스마트공장 수준 진단 평가 항목”을 개발하였다. 스마트공장 수준

<표 2> 스마트공장 수준 자가진단 질문지

영역	질문내용	영역	질문내용
1. 리더십과 전략	● 현재 귀사(공장)는 스마트공장 관련 전략 및 추진계획 수립, 조직 및 역량관리, 성과지표 관리 등의 업무를 수행하고 계십니까?	6. 설비 관리	● 현재 귀사(공장)의 설비가동 관리, 설비보전 관리, 보전자재 관리 등의 설비관리 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?
2. 제품 개발	● 현재 귀사(공장)의 제품개발 절차, 제품설계 및 검정과 공정설계 및 검증 등 제품개발 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?	7. 물류 운영	● 현재 귀사(공장)의 구매 및 외주관리, 자재관리, 출하배송관리 등의 물류운영 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?
3. 생산 계획	● 현재 귀사(공장)의 기준정보 관리, 수요 및 주문대응, 중장기 생산 계획 수립 등 생산계획 관련 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?	8. 정보 시스템	● 현재 귀사(공장)에서 운영하시는 정보시스템의 운영 수준은 어떠한 단계입니까? * ERP, MES, SCM, PLM, FEMS 시스템 중 귀사에서 현재 운영하시고 있는 시스템 기준으로 작성
4. 공정 관리	● 현재 귀사(공장)의 작업계획 수립 및 지시 생산진도 관리, 이상 발생 대응 관리 등의 공정관리 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?	9. 설비 자동화	● 현재 귀사(공장)의 설비 자동화 수준은 어떠한 단계입니까? * 생산, 물류, 검사설비 및 안전/환경/에너지 관리수준
5. 품질 관리	● 현재 귀사(공장)의 품질정보 관리, 품질 표준 및 문서관리, 검사 데이터 관리 등의 품질관리 업무 프로세스의 수준은 어떠한 단계입니까?	10. 성과	● 현재 귀사(공장)의 생산성/품질/원가/납기/안전/환경 등의 성과는 어떠한 수준입니까?

\* 출처 : 중소기업기술정보진흥원(2019)

진단 평가는 리더십과 전략, 제품개발, 생산계획, 공정관리, 정보시스템, 설비자동화 등 총 10개 영역으로 구성되어 있으며 영역별 질문내용의 예시는 <표 2>와 같다. 중소기업기술정보진흥원의 스마트공장 수준 진단은 4개 범주, 10가지 영역에 대한 총 44개 진단 항목으로 구성되

<표 3> 스마트공장 수준 진단 평가 항목

범주(4개)	영역(10개)	배점(총 1,000점)	평가항목(44개)
추진전략	리더십과 전략	100	리더십
			전략 및 추진계획
			조직 및 역량관리
			성과지표(KPI) 관리
프로세스	제품개발	60	제품개발 절차
			제품설계 및 검증
			공정설계 및 검증
			제품정보 관리
	생산계획	60	기술정보 관리
			기준정보 관리
			수요 및 주문대응
			중장기 생산계획
	공정관리	70	단기 생산일정계획
			작업계획 수립 및 지시
			생산진도 관리
			이상발생 대응관리
	품질관리	70	품질정보 관리
			품질표준/문서 관리
			검사데이터 관리
			검사기기/측정장비 관리
설비관리	60	설비가동 관리	
		설비보전 관리	
		보전자재관리	
		금형/지그/공구 관리	
물류운영	60	구매 및 외주관리	
		자재관리	
		출하 및 배송관리	
		전사적자원관리(ERP)	
정보시스템 및 자동화	정보시스템	220	공급망관리(SCM)
			제조실행시스템(MES)
			제품수명주기관리(PLM)
			공장에너지관리시스템(FEMS)
			보안 관리
	설비자동화	180	생산설비
			물류설비
			검사설비
			설비정보 네트워크
			에너지/안전/환경 관리
성과	성과	120	생산성(P)
			품질(Q)
			원가(C)
			납기(D)
			안전(S)
			환경(E)

\* 출처 : 중소기업기술정보진흥원(2019)

어있다. 추진전략 범주의 리더십과 전략 영역은 리더십, 전략 및 추진계획, 조직 및 역량 관리, 성과지표 관리의 4개 평가항목으로 구성되어있다. 각 범주 및 영역별 평가항목은 <표 3>과 같다. 평가 결과에 따라 각 항목은 미적용 수준인 Level 0에서부터 세계 최고수준의 Level 5의 5가지 수준으로 평가된다.

### 2.3 스마트공장의 추진을 위한 영향요인과 성과

스마트공장 구축 실증 분석에 관한 선행연구는 ‘리더십과 전략 등의 조직역량’, ‘제품·설비관리 등의 제조역량’, ‘정보시스템 자동화 등의 시스템환경’ ‘경영성과’와의 상관관계에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 최영환과 최상현(2017)의 연구에서는 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인 분석을 통해 최고경영자의 의지와 스마트공장 구축과의 관계에 대해 규명하고자 하였고, 최고경영자는 기업의 효율적인 여건 마련 등 기업의 가치창출에 공헌하며, 최고경영자의 리더십은 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다고 처음 제시하였다. Kiron et al.(2016)과 Odwazny et al.(2018)의 연구에서는 스마트공장의 성공적인 구축을 위해 최고경영자의 확고한 리더십이 필요하며, 리더십 기반으로 스마트공장 구축에 대한 비전과 전략, 계획 수립이 중요하다고 제시하였다. 우가인과 문태수(2019)는 조직의 전략적 지향성으로 경쟁사 지향성과 고객 지향성을 선정하고, 기업의 정보기술 역량인 정보기술 유연성과 정보기술 관리역량을 통해 조직의 마케팅 성과에 긍정적인 영향을 준다는 연구결과를

제시하였다. 정보시스템 및 ICT의 전략적 활용은 기업의 비즈니스 가치를 창출하고 기업의 전략 실현 수단으로 활용되며 기업의 경영성과에 긍정적인 영향을 미친다(최상민, 문태수, 2014).

Romero and Vernadat(2016), Ball et al.(2017) 연구에서는 4차산업혁명으로 정보통신기술의 발전과 정보시스템의 기술적 진보에 따라 MES, SCM, ERP, PLM, CRM에 대한 필요성을 강조하였고, Mittal et al.(2019)은 스마트공장 구축과 관련 67개 학술자료와 16개 보고서를 기반으로 스마트공장의 특징, 기술, 핵심요인 분류에 있어 PLM, SCM, MES, ERP의 시스템을 공통 요소로 제시하였다. Brettel et al.(2014), Hermann et al.(2016)의 연구에서는 정보시스템을 통해 기계·설비가 자율성에 의해 자체적인 프로세스를 최적으로 관리하고, 지능화 프로세스의 개체와 소통을 통해 자율적으로 운영하는 지능형 자동화의 개념을 강조하였다. 김현득 등(2019)의 연구에서는 국내 제조업체 67개사 대상으로 스마트공장 평가 모형 개발 및 수준 평가에 관한 연구를 통해 CEO의 스마트공장 추진의지 및 도입인식이 중요하고, 스마트공장 추진 전담인력 확보와 생산·품질 분야의 정보 및 표준체계 수립을 통한 시스템 구축이 필요하다는 결과를 제시하였다. 현재까지의 스마트공장과 관련된 선행연구들은 스마트공장 도입의 중요 요인을 제시하고 있다. 그러나 각 요인들과 기업의 성과에 미치는 영향관계의 검증에 있어서 한계점을 지니고 있다. 본 연구는 기존 개념적 접근과 사례 중심의 연구에서 벗어나 국내에서 개발된 스마트공장 수준 진단모형을 기반으로 실증적 연구를 시도하려고 한다.

<표 4> 스마트공장 측정 항목 및 기준

항목	평가 영역	평정기준							
		Lv0	Lv1	Lv2	Lv3	Lv4	Lv5		
1. 리더십과 전략	리더십	미적용	학습중	방향제시	실행	체계적 개선	World Best		
	2. 전략과 추진 계획		부분적	전사적	시스템연계				
	3. 조직 및 역량관리		담당자지정	전담조직	시스템연계				
	4. 성과지표(KPI)관리		부분적	전사적	시스템연계				
2. 제품 개발	제품개발 절차	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	제품설계 및 검증								
	공정설계 및 검증								
	제품정보 관리								
3. 생산 계획	기술정보관리	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	기준정보 관리								
	수요 및 주문대응								
	증장기 생산계획								
4. 공정 관리	단기 생산일정계획	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	작업계획 수립 및 지시								
	생산진도 관리								
	이상발생 대응관리								
5. 품질 관리	품질정보 관리	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	품질표준/문서 관리								
	검사데이터 관리								
	검사기기/측정장비 관리								
6. 설비 관리	1. 설비가동 관리	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	2. 설비보전 관리								
	3. 보전자재 관리								
	4. 급형/지그/공구관리								
7. 물류 운영	1. 구매 및 외주관리	미적용	부분적	전사적	시스템연계	체계적 개선	World Best		
	2. 자재관리								
	3. 출하 및 배송 관리								
8. 정보 시스템	1. ERP	미적용	부분적	통합구축	통합운영	최적운영	협업		
	2. SCM			전체구축	의사결정	공정제어			
	3. MES							통합구축	협업
	4. PLM			통합운영	최적화				
	5. FEMS					통합운영			
	6. 보안관리								
9. 설비 자동화	1. 생산설비	미적용	부분적	정보자동화	제어자동화	분석자동화	운전 자동화		
	2. 물류설비		Off-line	On-line	인터넷	최적화			
	3. 검사설비		부분적	정보자동화	제어자동화			분석자동화	
	4. 설비정보 네트워크								
	5. 안전/환경/에너지관리								
10. 성과	1. 생산성	근거 없음	지속적 하락 추세	지속적 개선 추세	경쟁사 대비 높은 수준	동종 업계 1위	World Best		
	2. 품질								
	3. 원가								
	4. 납기								
	5. 안전								
	6. 환경								

\* 출처 : 중소기업기술정보진흥원(2019)

### Ⅲ. 연구모형 및 가설

#### 3.1 연구모형

본 연구는 국내 중소기업 대상으로 설계된 중소기업기술정보진흥원(2019)의 스마트공장 수준 진단 모델을 근거로 스마트공장 구축 완료 기업의 수준평가 결과를 통해 기업의 조직역량, 제조·설비관리, 스마트자동화와 조직성과 간의 상관관계를 분석하고자 하였다. 중소기업기술정보진흥원(2019)의 스마트공장 수준진단모델은 <표 4>의 영역별 측정항목을 기준으로 전문가들에 의해 측정하고, 측정된 결과에 따라 해당 기업의 스마트공장 수준이 결정된다. 본 연구는 스마트공장 실증분석에 관한 선행연구로부터 제시하고 있는 주요 요인과 스마트공장 수준별 사례분석을 통해 기업 현장에서 실질적으로 고려하여야 할 항목을 분석하는 과정에서 기존 연구와는 다르게 조직의 전략과 계획, 그리고 스마트공장 실행요인과 성과 간의 관련성을 이해하게 되었고, 이를 기반으로 연구

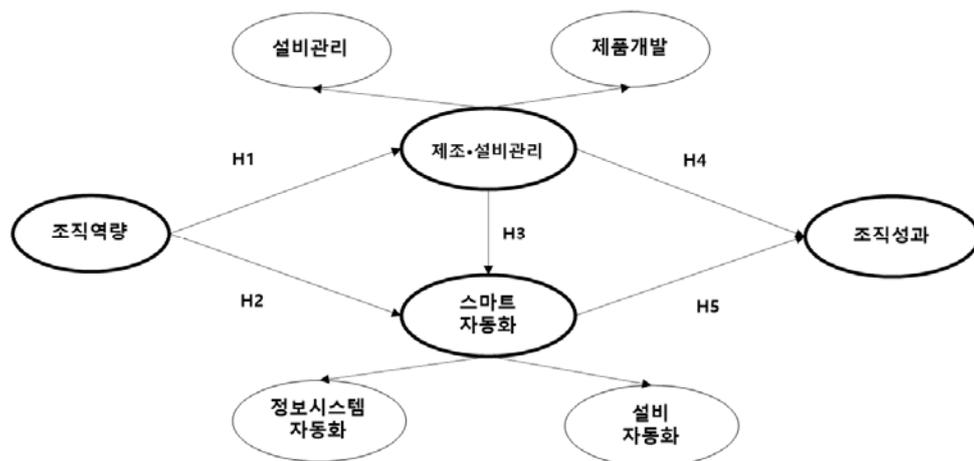
모형을 개발하였으며, 본 연구에서 제안한 연구모형은 [그림 1]과 같다.

독립변수로 조직 구성원의 역량과 스마트공장 추진 전략 및 계획, 성과관리 등을 반영한 조직역량을 도출하였으며, 매개변수는 제조 현장의 제조·설비관리로 설비관리, 제품개발과 기업이 보유한 시스템의 스마트자동화로 정보시스템의 자동화, 설비 자동화로 도출하였다. 종속변수로는 생산성, 품질, 원가, 납기 등의 조직성과를 도출하였다.

#### 3.2 연구가설

##### 3.2.1. 조직역량과 제조 설비관리, 그리고 스마트자동화

기업이 보유하고 있는 조직의 역량과 제조 설비관리, 스마트자동화는 다양하게 정의되나, 본 연구에서 조직역량은 “대표 및 경영진 등 구성원 역량과 조직의 비전과 목표에 의한 사업 전략과 추진 능력, 성과 목표 달성을 위한 성과 관리 등의 업무 수행 능력”이라 정의하였다. 제



<그림 1> 연구모형

조·설비관리는 “기업의 제조·생산·설비공정 전반에 걸친 업무 프로세스”, 스마트자동화는 “기업의 제조·생산·관리업무의 자동화 수준으로 정보시스템 자동화와 설비 자동화”로 정의하였다. 이와 관련된 연구를 보면, 최영환과 최상현(2017)의 연구에서는 스마트공장시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인 분석을 통해 스마트공장 구축과의 관계 규명에서 최고경영자는 기업의 효율적인 여건 마련 등 기업의 가치창출에 공헌하며, 최고경영자의 리더십은 스마트공장 구축에 정의 영향을 미친다고 제시하였다.

Kiron et al.(2016)과 Odważny et al.(2018)의 연구에서는 스마트공장의 성공적인 구축을 위해 최고경영자의 확고한 리더십이 필요하며, 리더십 기반으로 스마트공장 구축에 대한 비전과 전략, 계획 수립이 중요하다고 제시하였다. 김현득 등(2019)은 CEO의 스마트공장 추진의지 및 도입인식이 중요하고, 스마트공장 추진전담인력 확보와 생산·품질 분야의 정보 및 표준체계 수립을 통한 시스템 구축이 필요하다고 제안하였다. 따라서 스마트공장 구축 시 기업이 보유하고 있는 조직역량은 기업의 제조·설비관리와 스마트자동화에 영향을 미칠 것으로 판단하여 아래와 같은 가설을 도출하였다.

*H1 : 스마트공장 구축 시 조직역량은 제조설비관리에 정(+)*의 영향을 미칠 것이다.

*H2 : 스마트공장 구축 시 조직역량은 스마트자동화에 정(+)*의 영향을 미칠 것이다.

### 3.2.2. 제조·설비관리와 스마트자동화, 그리고 조직성과

기업의 제조·설비관리와 스마트자동화를

통해 스마트공장을 실행하게 되면, 기업은 실행에 따른 조직성과를 얻게 된다. 본 연구에서 조직성과는 “스마트공장 구축으로 조직의 자원을 효과적으로 활용하여 조직의 목표를 달성한 결과를 의미하며, 생산성 향상 및 공장 효율화 등 조직 전반에서 달성하는 성과”로 정의하였다. 이와 관련된 연구를 보면, 명상일(2018)의 연구에서는 IoT플랫폼, MES 등 영상처리 기술로 생산정보화 시스템을 구현하여 실시간 제품 생산 모니터링으로 불량률 감소 등 생산성을 향상하고, 관리자가 생산설비를 설정하고 문제 해결할 수 있어 생산공정 및 생산설비의 운용 효율성 향상, 제품의 생산주기 단축 등으로 생산공정 관리에 긍정적 영향을 주는 것으로 제안하였다.

주영석과 이동희(2019)의 연구에서 제조역량은 기업이 설비와 기술을 통해 제품을 공급하는 능력이라고 정의하고, 제조역량이 높은 기업이 스마트공장 구축에 더 많은 영향을 주며, 스마트공장 구축으로 매출증가, 불량률 감소 등 정량적 생산성지표 향상에 영향을 준다고 제시하였다. 따라서 스마트공장 구축 시 기업의 제조·설비관리는 스마트자동화와 조직성과에 영향을 미칠 것으로 판단하여 아래와 같은 가설을 도출하였다.

*H3 : 스마트공장 구축시 제조설비관리는 스마트자동화에 정(+)*의 영향을 미칠 것이다.

*H4 : 스마트공장 구축시 제조설비관리는 조직성과에 정(+)*의 영향을 미칠 것이다.

### 3.3.3. 스마트자동화와 조직성과

스마트자동화와 조직성과의 관련 연구를 보면, 정병주(2017)는 스마트공장 도입은 재무적

성과에 정의 영향을 미치고, SCM 등 시스템도 기업성과에 정의 영향을 미친다고 제시하였다. 하지만 현장자동화, 제품개발은 기업성과에 정의 영향을 미친다고 가정하였지만, 이는 채택되지 않았다.

권세인(2019)의 연구에서 정보시스템, 지능형자동화 등 기술적인 측면은 생산성, 효율성, 생산비용 등의 운영성과와 조직, 경영, 성과 등의 환경성과에 모두 유의한 정의 영향을 미치는 결과를 제시하였다. 따라서 스마트공장 구축 시 스마트자동화는 조직성과에 긍정적 영향을 미칠 것으로 판단하여 아래와 같은 가설을 도출하였다.

*H5 : 스마트공장 구축 시 스마트자동화는 조직성과에 정(+ )의 영향을 미칠 것이다.*

## IV. 연구조사 설계

### 4.1 연구변수의 조작적 정의와 측정항목

본 연구는 스마트공장 구축 완료 기업의 수준 평가 결과를 통해 구축 기업의 조직역량과 제조·설비관리, 스마트자동화의 연구변수가 조직성과간의 상관관계에 대해 실증적으로 연구하고자 하였다. 중소기업기술정보진흥원(2019)의 수준 진단 모델과 선행연구를 기반으로 한 조직 구성원의 역량, 스마트공장 추진 전략 및 계획 등을 반영한 조직역량과 기업 현장의 제조·설비관리(설비관리, 제품개발), 기업이 보유한 시스템의 스마트자동화(정보시스템 자동화, 설비 자동화), 그리고 조직성과 등으로 연구변수를 도출하였으며, 연구변수의 조작적 정의와 측정항목은 <표 5>와 같이 구성하였다.

<표 5> 연구변수의 조작적 정의

연구변수		조작적 정의	선행연구
조직역량		대표 등 리더의 역량과 조직의 비전과 목표 전략에 의한 사업추진 능력, 목표 달성을 위한 성과관리 수행 능력 수준	Kiron et al.(2016) 최영환, 최상현(2017) Odważny et al.(2018)
제조·설비관리	설비관리	기업의 생산공정에 필요한 기계설비 및 장치의 설치·운전·정비 등의 업무 프로세스 운영 수준	배병측(2017), 정병주(2017) 권도훈(2017), 명상일(2018) 주영석, 이동희(2019)
	제품개발	기업의 주력 제품 생산을 위해 보유 기술을 기반한 제품설계, 공정설계 등 제품관리 전반의 업무 프로세스 운영 수준	
스마트자동화	정보시스템 자동화	기업 전반에서 운영하고 있는 정보시스템의 수준으로 데이터를 활용한 분석 및 의사결정 등 기업 환경에 맞는 시스템 활용 능력 수준	Brettel et al.(2014), Hermann et al.(2016) Romero and Vernadat(2016) Ball et al.(2017) Mittal et al.(2019) 김현득(2019)
	설비 자동화	기업의 생산공정에 필요한 설비의 운영상태 등 실시간 정보 연계, 최적화 상태를 말하며, 설비의 자율 운영 능력 수준	
조직성과		스마트공장 구축으로 조직의 자원을 효과적으로 활용하고 조직의 목표 달성한 결과를 말하며, 생산성 향상 및 공장 효율화 등 조직 전반에서 달성하는 성과 수준 정도	주영석, 이동희(2019) 권세인(2019)

## 4.2 조사설계

본 연구는 스마트공장 구축기업의 조직역량과 제조·설비관리, 스마트자동화와 조직성과 간의 상관관계에 대해 실증적으로 연구하기 위해 중소기업기술정보진흥원의 수준 진단 모델을 적용한 2019년-2020년의 스마트공장 구축기업 31개사를 대상으로 진행하였다. 특히 본 연구는 기업의 업종과 관계없이 제조업 기반의 국내 중소기업으로 정부 지원사업인 스마트공장보급·확산사업 수혜기업을 대상으로 조사를 수행하였다. 이는 정부 주도의 지원사업의 수혜기업으로 지원 사업비 및 지원기간 등 지원 내용에 큰 변수가 없고 동일한 수준진단 모

델로 평가되어 직접 비교 및 분석이 용이하였다.

상관관계 측정 변수는 선행연구를 통해 설정한 연구모형 항목을 적용하여 조직역량(4개)와 제조·설비관리의 상관관계 측정을 하기 위해 설비관리(4개), 제품개발(5개)로 구성하였고, 스마트자동화의 상관관계 측정을 위해 정보시스템 자동화(4개)와 설비 자동화(5개)를 구성하였다. 그리고 조직성과를 측정하기 위해 생산성, 품질, 원가, 납기, 안전, 환경의 6개로 구성하였고, 각 항목은 구축기업의 인식수준과 현황을 근거로 하여 6단계(0-5수준)로 구성하여 측정하였다. 표본으로 선정된 기업은 스마트제조 혁신센터의 지원기업 31개사를 대상으로 기업

<표 6> 응답기업의 일반현황

항목	분류	빈도	비율(%)	항목	분류	빈도	비율(%)
업종	기계/소재	1	3.2	사업비	1억원 미만	4	12.9
	철강/금속	14	45.2		1억원 이상-2억원 미만	12	38.7
	전기/전자	8	25.8		2억원 이상-3억원 미만	9	29.0
	화학	5	16.1		3억원 이상-5억원 미만	5	16.1
	기타	3	9.7		5억원 이상	1	3.2
업력	10년 미만	8	25.8		50억원 미만	6	19.4
	10년 이상-20년 미만	7	22.6	매출액	50억원 이상-300억원 미만	8	25.8
	20년 이상-40년 미만	7	22.6		300억원 이상-500억원 미만	6	19.4
	40년 이상	9	29.0		500억원 이상	11	35.4
고용현황	20인 미만	6	19.4	구축시스템	ERP	4	12.9
	20인 이상-50인 미만	5	16.1		SCM	1	3.2
	50인 이상-100인 미만	11	35.5		MES	21	67.7
	100인 이상	9	29.0		PLM	1	3.2
참여 유형	신규	23	74.2		ERP / MES / PLM (혼합)	4	12.9
	고도화	7	22.6	-	-	-	-
	시범공장	1	3.2	-	-	-	-

방문과 인터뷰, 수준 진단 자가진단지를 근거로 하였으며, 스마트제조혁신추진단의 외부 전문가가 객관적이고 정확한 수준진단 평가를 수행하여 나타난 결과를 기반으로 실증분석을 수행하였다.

## V. 실증분석

### 5.1 표본특성

본 연구에서 구축기업의 특성으로 기업의 업종, 업력, 매출액, 고용현황, 참여유형, 사업비, 도입시스템 등에 대한 분포를 조사하였다. 구축기업의 일반 현황에 관한 분포에서 기업의 업종을 보면, 철강/금속 기업이 14개사(45.2%), 전기/전자 기업이 8개사(25.8%) 등의 순으로 나타났다. 업력에서는 2020년 현재 기준으로 40년 이상 기업이 9개사(29.0%), 10년 미만 기업이 8개사(25.8%) 등으로 나타났으며, 매출액에 대한 분포에서는 2019년 12월말 기준으로 500억 원 이상 기업이 11개사(35.4%), 50억 원 이상 300억 원 미만 기업이 8개사(25.8%) 등의 순으로 조사되었다. <표 6>은 응답기업의 일반 현황을 나타내고 있다.

### 5.2 타당성 및 신뢰성 검증

본 연구에서 사용된 측정항목의 타당성과 신뢰성을 검증하기 위해 Smart-PLS 2.0을 사용하여 요인적재량, AVE, 조합신뢰도, Cronbach's  $\alpha$ , 상관관계계수를 분석하였다. 본 연구에서 제시한 연구모형에서 변수와 변수간의 영향관계

를 확인하고 연구가설을 검증하기 위해 구조방정식(SEM, Structure Equation Model)분석을 수행하고자 하며, 분석 툴로는 Smart-PLS 2.0을 사용하였다. 본 연구에서 사용된 각 측정도구의 요인적재량, AVE, 조합신뢰도, Cronbach's  $\alpha$ 는 <표 7>과 같다.

각 측정항목들의 요인적재량은 0.6이상으로 나타나 해당 변수를 측정하는 항목으로 타당하다고 판단할 수 있다. 또한 AVE 값은 모두 0.5 이상을 확보하여 타당성을 확보하였다. 모든 변수의 조합신뢰도와 Cronbach's  $\alpha$ 는 0.7이상으로 나타나 측정도구의 신뢰도를 확보했다(Nunnally, 1978).

본 연구에서 제조·설비관리와 스마트자동화는 2차요인(second order factor)으로 구성하였다. 제조·설비관리는 설비관리와 제품개발을 1차요인으로 두는 2차요인이며, 스마트자동화는 정보시스템 자동화와 설비 자동화를 1차요인으로 둔다. 2차요인 분석의 타당성을 확보하기 위해, 요인적재량의 비교를 수행한다. 1차요인에 대한 요인적재량이 2차요인에 대한 요인적재량보다 클 때 2차요인 분석에 대한 타당성을 확보할 수 있다(Wetzels et al., 2009). 분석 결과는 <표 8>, <표 9>와 같으며, 2차요인에 대한 타당성을 확보하였다.

본 연구의 판별타당성에 대한 분석 결과는 <표 10>과 같다. 본 연구의 연구변수들의 관계계수는 각 변수의 평균분산추출값(AVE) 제곱근보다 낮게 나타났다. 따라서, 각 변수는 다른 변수와 서로 다른 개념을 측정하였다고 판단할 수 있으며, 판별타당성을 확보하였다(Fornell and Larcker, 1981).

<표 7> 측정항목의 타당성과 신뢰성 분석

변수	측정항목	요인 적재량	AVE	조합 신뢰도	Cronbach's α
조직역량	리더십	0.745	0.628	0.871	0.804
	전략과 추진계획	0.793			
	조직 및 역량관리	0.822			
	성과지표관리	0.809			
제조·설비관리	설비관리	설비가동관리	0.848	0.957	0.940
		설비보전관리			
		보전자재관리			
		금형/지그/공구관리			
	제품개발	제품개발절차	0.797	0.951	0.936
		제품설계 및 검증			
		공정설계 및 검증			
		제품정보 관리			
스마트자동화	정보시스템자동화	기술정보 관리	0.707	0.906	0.860
		ERP시스템 환경			
		SCM시스템 환경			
		MES시스템 환경			
	설비자동화	PLM시스템 환경	0.696	0.919	0.888
		생산설비시스템환경			
		물류설비시스템환경			
		검사설비시스템환경			
조직성과	설비정보 네트워크환경	0.723	0.749	0.947	0.934
	안전/환경/에너지 관리	0.809			
	생산성 향상	0.841			
	품질 향상	0.922			
	원가 절감	0.867			
	납기 단축	0.891			
안전사고감소	0.834				
환경 개선	0.834				

<표 8> 제조·설비관리의 2차요인 분석에 대한 검증 결과

측정항목	1차요인		2차요인	
설비가동관리	설비관리	0.902	제조·설비 관리	0.786
설비보전관리		0.954		0.787
보전자재관리		0.919		0.748
금형/지그/공구관리		0.907		0.707
제품개발절차	제품개발	0.892		0.753
제품설계 및 검증		0.944		0.787
공정설계 및 검증		0.842		0.637
제품정보 관리		0.879		0.865
기술정보 관리		0.902	0.773	

<표 9> 스마트자동화의 2차요인 분석에 대한 검증 결과

측정항목	1차요인		2차요인	
ERP시스템 환경	정보 시스템 자동화	0.868	스마트 자동화	0.736
SCM시스템 환경		0.912		0.809
MES시스템 환경		0.782		0.620
PLM시스템 환경		0.793		0.758
생산설비시스템 환경	설비 자동화	0.838		0.724
물류설비시스템 환경		0.941		0.837
검사설비시스템 환경		0.845		0.782
설비정보 네트워크 환경		0.723		0.646
안전/환경/에너지 관리		0.809		0.726

<표 10> 판별타당성 분석 결과

변수	평균	표준 편차	조직 역량	설비 관리	제품 개발	정보 시스템	설비 자동화	조직 성과
조직역량	1.758	0.502	<b>0.792</b>					
설비관리	1.716	0.667	0.699	<b>0.921</b>				
제품개발	1.435	0.761	0.692	0.421	<b>0.893</b>			
정보시스템	1.355	0.749	0.774	0.805	0.548	<b>0.841</b>		
설비자동화	1.361	0.599	0.631	0.648	0.253	0.567	<b>0.834</b>	
조직성과	1.758	0.614	0.645	0.582	0.421	0.638	0.338	<b>0.865</b>

주) 대각선의 굵은 값은 AVE의 제곱근임.

### 5.3 가설 검증

본 연구는 연구모형을 통해 설정한 연구가설을 검증하기 위해 Smart-PLS 2.0을 이용하여 경로계수를 분석하였다. 스마트공장 구축에 있어 기업이 보유한 조직역량과 제조·설비관리 간의 경로 분석 결과, 조직역량이 제조·설비관리에 미치는 영향(H1)은 경로계수 = 0.826, t-value = 26.026으로 p-value < 0.01, 유의수준 99% 수준에서 유의한 것으로 검증되었다. 따라서 가설 1은 채택되었다. 조직역량이 스마트자동화에 미치는 영향(H2)은 경로계수 0.532, t-value = 4.903으로 p-value < 0.01, 유의수준 99% 수준에서 유의한 것으로 검증되어 채택되었다.

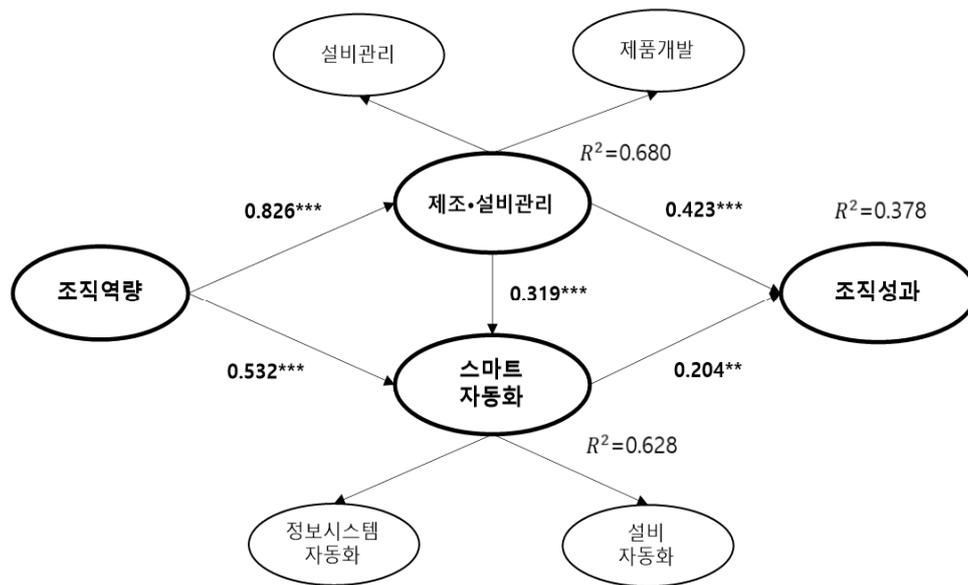
제조·설비관리가 스마트자동화에 미치는 영향(H3)은 경로계수 = 0.319, t-value = 2.850

으로 p-value < 0.01, 유의수준 99% 수준에서 유의한 것으로 검증되어 채택되었으며, 제조·설비관리는 조직성과에 미치는 영향(H4)은 경로계수 = 0.423, t-value = 3.915로 p-value < 0.01, 유의수준 99% 수준에서 유의한 것으로 검증되어 채택되었다. 스마트공장 구축에 있어 기업의 스마트자동화와 조직성과의 영향관계(H5)는 경로계수 = 0.236, t-value = 2.204로 p-value < 0.05, 유의수준 95% 수준에서 유의한 것으로 검증되어 채택되었다. 본 연구모형의 제조·설비관리의  $R^2$ 는 0.680, 스마트자동화의  $R^2$  = 0.628로 나타나 각각 약 68%, 62.8%의 설명력을 지니고 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 종속변수인 조직성과의  $R^2$ 은 0.378로 약 37.8%의 설명력을 지니고 있는 것으로 확인되었다.

<표 11> 연구가설의 검증 결과

가설	연구가설(경로)	경로계수	t-value	가설검증
H1	조직역량 -> 제조·설비관리	0.826	26.029	채택
H2	조직역량 -> 스마트자동화	0.532	4.903	채택
H3	제조·설비관리 -> 스마트자동화	0.319	2.850	채택
H4	제조·설비관리 -> 조직성과	0.423	3.915	채택
H5	스마트자동화 -> 조직성과	0.236	2.204	채택

주) t-value > 1.645 = p < 0.10; t-value > 1.96 = p < 0.05; t-value > 2.58 = p < 0.01



주) \* p<0.05, \*\* p<0.01

[그림 2] 연구모형의 경로계수 분석결과

#### 5.4 시사점

본 연구는 스마트공장 구축기업의 조직역량과 제조·설비관리, 스마트 자동화 그리고 조직성과와의 상관관계를 규명하며 시사점을 제시하였다.

첫째, 스마트공장 구축기업의 선행연구와 본 연구의 표본기업대상 특성 분석을 통해 구축기업 대부분이 중소기업이며, 대상 기업의 스마트

공장 구축 추진에 있어 대표 및 경영진의 의지와 역량, 사업 전략 및 계획의 추진 능력, 성과관리 능력 등의 조직역량이 제조·생산 등 전반의 제조·설비관리와 기업의 시스템 자동화 수준인 스마트자동화에 중요한 영향요인으로 나타났다. 이는 권세인(2019), 최영환(2019) 등의 선행연구를 통해서도 확인된 결과로 스마트공장 구축 기업은 도입에 앞서 대표 및 경영진의 추진의지와 도입인식 개선 등 리더역량 확

보, 스마트공장 구축과 연계한 추진 전략 및 실행 계획 등 조직 목표 수립과 관리로 내부 구성원 등 조직 전반의 역량 개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 스마트공장 구축에 있어 기업의 보유 기술을 기반한 제품개발, 기술관리 등과 생산공정에 필요한 설비관리 등의 제조·설비관리는 기업의 자동화 수준인 스마트자동화에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 구축기업이 기업의 경쟁력 확보와 스마트공장 도입 성공률 제고를 위해 현재의 주력 제품 외에도 제품개발, 기술개발, 공정개선과 생산공정 설비의 최적화에 노력을 기울여야 한다는 것을 의미한다.

셋째, 제품개발, 제품관리 및 설비관리 등의 제조·설비관리와 제조·생산·관리의 자동화 수준인 스마트자동화는 생산성 향상 및 품질 향상, 원가절감, 납기 단축 등의 조직성과에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 정병주(2017)의 연구와는 대비되는 결과이지만, 주영석과 이동희(2019)의 선행연구와 유사한 결과로 나타났다. 정병주(2017) 연구는 주영석과 이동희(2019) 연구와 달리 특정 업종, 산업 대상이 아닌 지원사업 수혜기업을 대상으로 분석하였고, 스마트공장 구축 초반(2015-2016)의 연구와 이후(2018-2019)의 연구 시기의 차이에 따른 결과로 분석된다.

## VI. 결론

세계 주요 선진국은 제4차산업 혁명시대를 맞이하여 제조업에 ICT 기술을 접목한 스마트공장을 4차 산업혁명의 대안으로 제시하고 있

다. 국내 제조업도 중국 등 후발국과 기술격차 축소로 제조업의 성장 한계에 직면하는 등 제조업의 패러다임 변화와 스마트제조 생산방식 체계 전환 등 지속적인 제조혁신 전략이 필요한 상황이다. 중소벤처기업부의 12,660개 기업을 포함하여, 정부는 제조기반 중소기업 제조혁신 전략으로 2022년까지 3만개 스마트공장 구축을 목표로 하여 스마트공장 보급·확산사업 등을 추진하고 있으며, 정부주도의 스마트공장 보급 추진으로 정량적인 목표는 달성하고 있지만 질적 성장에는 기대하는 만큼 성과를 이루지 못하고 있다.

최근 정부 정책 등 이슈로 스마트공장 관련 다양한 연구가 이루어졌지만 아직은 연구 대상, 방법, 모델이 다양하지 못하고 분석 표본이 적으며, 특정산업과 업종에 편중되거나 스마트공장 구축과 직접적인 사례의 성과요인에 대해 단순화된 모형을 통해 분석하고 가설 검증하고 있어 더 다양한 연구가 요구되는 상황이다. 따라서 본 연구에서는 기존 선행연구를 기반으로 기업의 표본 확대, 다양한 수준별 기업사례 분석, 주요 성과와 관련된 요인 변수 등 실증연구를 통해 스마트공장 구축 수요기업에 전반적인 이해를 돕고, 구축 시 어떤 요인이 성과제고에 영향을 미치는지 분석하여 제안하기 위해 진행되었다.

본 연구는 스마트공장 구축(2019-2020) 완료 기업 31개사를 대상으로 기업방문과 인터뷰, 수준진단 평가 결과를 이용하여 기업현황 파악 및 비교분석 등의 실증분석을 진행하였으며, 연구모형은 독립변수로 조직 구성원의 역량 등을 반영한 조직역량을 도출하였으며, 매개변수는 제조 현장의 제조·설비관리로 설비관리, 제품

개발과 기업이 보유한 시스템의 스마트자동화로 정보시스템의 자동화, 설비 자동화로 도출하였다. 그리고 종속변수로는 생산성, 품질, 원가, 납기 등의 조직성과를 도출하여 연구변수가 종속변수인 조직성과에 미치는 영향을 SPSS 18.0 과 Smart-PLS 2.0을 이용하여 표본분석, 타당성 및 신뢰성분석, 상관관계분석을 실시하여 유의성을 검증하였다.

실증분석을 통해 스마트공장 도입의 영향요인과 성과의 관계를 규명했음에도 다음과 같은 한계점을 가지고 있으며, 한계점 보완을 위한 향후 연구 방향 및 과제에 대해 제시하고자 한다. 첫째, 본 연구의 분석을 위한 구축사례 기업의 표본수가 31개로 작은 관계로 연구결과를 일반화하는 것에 무리가 있다. 구축사례 기업의 데이터양은 연구 결과에 큰 영향을 미치는 요소로, 향후 연구에서는 추가적으로 업종별, 기업의 특성별 데이터 추가 확보와 균형 있는 데이터 수집을 통해 연구 결과를 일반화하는 노력이 필요하다.

둘째, 본 연구에서는 스마트공장 구축 시 고려해야 할 요인으로 조직역량, 제조·설비관리, 스마트자동화, 그리고 조직성과를 개념화하고 중소기업기술정보진흥원(2019) 등의 선행연구에서 제시한 측정 항목을 판단하여 연구모형을 구성하고 연구를 진행하였다. 향후 연구에서는 본 연구에서 제시한 연구변수 외에 스마트공장의 구축성과를 높일 수 있고 기업 환경을 세밀하게 설명할 수 있는 추가적인 선행 변수의 도입을 통해 연구의 설명력을 높일 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 실증분석에 사용된 표본수의 부족으로 Smart-PLS 2.0을 통해 분석하였지만, 향후 추가적인 데이터 확보와 통계 방법을

도입하여 기업의 규모, 업종, 스마트공장 접근 방법에 따라 조건별 성과 차이에 대한 분석연구를 수행할 필요가 있다. 특히 매개효과 이외에도 조절효과 분석을 통해 연구모형의 설명력을 높이는 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 국가기술표준원, “스마트공장 - 제2부: 용어, 한국산업 표준”, KS X 9001-2:2016, 2016.
- 권도훈, “발전소 스마트 팩토리 활동이 설비운영의 효율화에 미치는 영향,” 경북대학교 산업대학원 산업공학과 기술정책전공 석사학위 논문, 2017.
- 권세인, “스마트팩토리 도입의 핵심성공요인과 기업성과에 관한 실증 연구 -국내 중소제조기업을 중심으로,” 단국대학교 박사학위 논문, 2019.
- 김현득, 이경근, 윤제한, 염세경, “중소기업 경영환경이 스마트공장 수준에 미치는 영향,” 대한경영학회지, 제39권, 제9호, 2019, pp. 1561-1579.
- 명상일, “IoT 기반의 스마트 공장 자동화 관리 시스템 구축에 관한 연구,” 동명대학교 박사학위 논문, 2018.
- 박종경, 정태우, “스마트제조 기술 국내연구 고찰,” 한국전자거래학회지, 제23권, 제2호, 2018, pp. 123-133.
- 배병축, “스마트공장의 기술적 요인이 경영성과에 미치는 영향: 스마트공장 지원사업 수혜기업을 중심으로,” 한양대학교

- 대학원 경영학과 석사학위 논문, 2017.
- 심현숙, 최경현, “스마트공장 확산을 위한 도입 결정요인연구 : 국내 중소 제조기업을 중심으로,” 한국생활환경학회지, 제 28 권, 제3호, 2021, pp. 306-313.
- 양희태, “인공지능 기반 스마트팩토리 활성화를 위한 정책 개선방안,” 한국통신학회 논문지, 제45권, 제9호, 2020, pp. 1659-1666.
- 우가인, 문태수, “Influence of Competitor and Customer Orientation on Marketing Performance through IT Competence in Chinese SMEs,” 정보시스템연구, 제28 권, 제4호, 2019, pp. 131-153.
- 이성희, 김재영, 이원희, “스마트 공장 문헌연구 및 향후 추진전략,” Journal of Information Technology Applications & Management, 제24권, 제4호, 2017, pp. 133-152.
- 이지영, 김영일, “중소제조기업의 Industry 4.0 역기능 대응방안에 대한 탐색적 연구,” 융합정보논문지, 제8권, 제3호, 2018, pp. 169-174.
- 정병주, “스마트공장의 도입이 기업성과와 직 무만족에 미치는 영향에 관한 연구-국내 기업의 스마트공장 도입 사례 중심으로,” 경희대학교 석사학위 논문, 2017.
- 조지훈, 신환선, “중소기업을 위한 스마트공장 도입 준비도 진단 체계 개발 및 적용사례연구,” 품질경영학회지, 제47권, 제1 호, 2019, pp. 1-15.
- 주영석, 이동희, “중소 금속가공 기업의 경쟁력 향상을 위한 스마트공장 도입 요인 연구,” 대한산업공학회지, 제45권, 제1호, 2019, pp. 70-80.
- 중소기업기술정보진흥원, 스마트공장 수준진단 모델 및 수준확인 자가 진단지, 2019.
- 중소기업중앙회, 스마트공장 구축지원사업에 대한 의견조사, 2019.
- 중소기업중앙회, 스마트공장 구축 활성화를 위한 연구, 2020.
- 최상민, 문태수, “기업의 제품개발역량과 IT역량이 융합능력을 통해 신제품 개발 성과에 미치는 영향,” 정보시스템연구, 제29권, 제3호, 2020, pp. 197-214.
- 최상민, 문태수, “IT역량과 조직성과의 영향관계에서 IS 전략적 활용의 매개효과 분석,” 정보시스템연구, 제23권, 제2호, 2014, pp. 67-90.
- 최영환, 최상현, “스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구,” Information Systems Review, 제19권, 제2호, 2017, pp. 95-113.
- 최영환, “중소기업 스마트 팩토리 제조운영 속도 측정을 위한 평가모델,” 충북대학교 박사학위 논문, 2019.
- Ball, G., Runge, C., Ramsey, R. and Barrett, N. “Systems Integration and Verification in an Advanced Smart Factory,” In Systems Conference (SysCon), 2017.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. and Rosenberg, M., “How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective,”

- International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, Vol. 8, No. 1, 2014, pp. 37-44.
- Deloitte Touche Tohmatsu, “2016 Global Manufacturing Competitiveness Index,” 2016.
- Fornell, C. and Larcker, D. F., “Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error,” *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, No. 1, 1981, pp. 39-50.
- Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B. “Design principles for Industries 4.0 Scenarios.” System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference. IEEE, 2016, pp. 3928-3937.
- Kiron, D., Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N. and Buckley, N., “Aligning the Organization for its Digital Future.” *MIT Sloan Management Review*, Vol. 58, No. 1, 2016, pp. 1-29.
- Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D. and Wuest, T. “Smart Manufacturing: Characteristics, Technologies and Enabling Factors.” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 233, No. 5, 2019, pp. 1342-1361.
- Nunnally, I., “Psychometric Theory”, New York: McGraw Hill, 1978.
- Odważny, F., Szymańska, O. and Cyplik, P. “Smart Factory The Requirements for Implementation of the Industry 4.0 Solutions in FMCG Environment Case Study,” *LogForum*, Vol. 14, No. 2, 2018, pp. 257-267.
- Romero, D. and Vernadat, F. “Enterprise Information Systems State of the Art Past, Present and Future Trends,” *Computers in Industry*, Vol. 79, 2016, pp. 3-13. Annual IEEE International, pp. 1-5.
- Wetzels, M., Odekerken-Schroder, G. and Oppen, C., “Using PLS Path Modeling for Assessing Hierarchical Construct Models: Guidelines and Empirical Illustration,” *MIS Quarterly*, Vol. 33, No. 1, 2009, pp. 177-195

**서 판 종 (Seo, Pan Jong)**



동국대학교 경영학사와 동국대학교 경영학석사학위를 취득하였다. 현재 (재)포항테크노파크 경영지원실 팀장으로 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 스마트팩토리, 인공지능, 빅데이터 등이다

**김 동 희 (Kim, Dong Hui)**



동국대학교 상경대학에서 학사, 동국대 대학원 테크노경영협동과정에서 경영학석사를 취득하고, MIS 박사과정을 수료하였다. 현재 경영학부 강사로 재직하고 있으며, 주요 관심분야는 프로젝트 관리, 협업, 교류기억체계, 스마트팩토리 등이다.

**문 태 수 (Moon, Tae Soo)**



현재 동국대학교 경영학부 정보경영학과 교수로 재직중이다. 한국외국어대학교에서 학사, 경영정보대학원에서 경영정보학 석사, 그리고 고려대학교 대학원 경영학과에서 경영정보학 박사 학위를 취득하였다. 2017년 한국정보시스템학회 회장을 역임하였다. 주요 관심분야로는 정보시스템 전략계획과 평가, ERP, SCM, e-Business, 스마트팩토리 등이다.

<Abstract>

## **A Study on Organizational Competence and Organizational Performance for Smart Factory Implementation of Korean Small and Medium Enterprises**

Seo, Pan Jong · Kim, Dong Hui · Moon, Tae Soo

### **Purpose**

This study examines the roles of firm-level smart factory implementation in the relationship between organizational competence and organizational performance in the context of Korean small and medium Enterprises (SMEs). To achieve this goal, this study presents and empirically tests a research model with evaluation data conducted by industrial experts on how organizational competence can be exploited to positively influence organizational performance through smart factory implementation.

### **Design/methodology/approach**

Organizational competence are based on the research construct developed by Odważny et al.(2018). Research constructs on smart factory are based on the measurement model developed by Korea Technology and Information Promotion Agency for Korea small and medium Enterprises (TIPA) (2020) and organizational performance are based on the performance construct developed by Kwon(2019). To complete the investigation, we collected 31 firm data conducted by industrial experts in Korea from Dec 2018 to Dec 2020. Most of firm was implemented officially by government budget granted for smart factory of Korea SMEs. To test our hypotheses, partial least squares (PLS) method was employed.

### **Findings**

The findings indicate that organizational competence is antecedent to influence smart factory implementation, while smart factory implementation has significant relationship with organizational performance. This study provides a better understanding of the connection between organizational competence and organizational performance through smart factory implementation. So companies should focus on enhancing organizational competence and implementing smart factory to obtain sustainable competitiveness.

**Keyword:** Organizational Competence, Manufacturing & Facility Management, Smart Factory Implementation, Organizational Performance.

\* 이 논문은 2021년 12월 3일 접수, 2022년 2월 24일 1차 심사, 2022년 3월 16일 게재 확정되었습니다.