

스마트제조 인력양성에 대한 제언 : 중소제조기업 구성원의 특성을 중심으로*

박상우** · 이종길*** · 정동열****

Examining the Effects of Job Roles in Small and Medium Business Corporation on Smart Manufacturing Employee Training*

Sangwoo Park** · Jongkil Lee*** · Dongyul Jung****

■ Abstract ■

The article presents the results of how employee's hierarchical job roles differently recognize a SM(smart manufacturing) and evaluate comprehensively on the SM employees training. The research was focus on small and medium size manufacturing corporation in Banwol-Siwha industrial complex, where is carried out Smart Complex National Policy. The Results from 205 participants working for a manufacturing firms in the Banwol-Siwha industrial complex. The results of study show that managers (vs workers) group is higher recognition of smart manufacturing and more intention to participate a SM employee training and utilize a SM equipments for test a manufacturing process. and these variables were mediated by SM cognition. These results will help SM manpower training center strategically design their training programs to maximize the training effectiveness.

Keyword : SM(Smart Manufacturing), SM Cognition, Medium Size Corporation, Job Roles, Employee Training

Submitted : January 31, 2021

1st Revision : March 17, 2021

Accepted : June 9, 2021

* 본 연구는 산업자원통신부와 한국산업단지공단에서 '스마트제조고급인력양성사업'에 지원을 받아 연구되었음.

** 한국산업기술대학교 연구교수, 주저자

*** 한국산업기술대학교 기계공학과 교수, 공동저자

**** 한국산업기술대학교 산업융합과 교수, 교신저자

1. 서론

4차 산업 혁명은 사회, 경제, 기술, 그리고 정치에 이르기까지 많은 변화를 야기하며, 기업의 방향성을 제고시켰다(Lasi et al., 2014). 한국의 제조 산업 환경에도 큰 변화의 바람을 일으키고 있다. 특히 최근 코로나 팬데믹으로 인한 제조업의 위기는 기업의 혁신적 변화의 필요성을 가속화시켜 스마트제조(Smart Manufacturing)를 활용한 스마트공장으로 전환을 시도하고 있으며, 정부도 스마트공장 3만개 구축이라는 목표로 스마트공장 보급정책을 추진하고 있다. 제조 선진국에서는 앞서 스마트제조를 활용한 정책들을 실행하고 있다. 제조업 강국이라 말하는 독일(Industry 4.0), 미국(AMP Advanced Manufacturing Partnership), 일본(일본제호전력, 2015), 중국(중국제조 2025)에서 디지털 기술들을 융합한 스마트제조가 미래 제조업의 핵심전략으로 정책을 추진하고 있다(권준화, 이상봉 2016; 정보통신기술진흥센터, 2016). 독일의 스마트공장 구현과 스마트 인프라 구축으로 공정에서의 디지털 전환(digital transformation)의 선도적 정책 추진에도 대기업과 달리 중소기업의 디지털 전환에는 한계가 있음으로 설명하였다(Kagermann et al., 2011). 비단 제조 강국의 문제만이 아닌 한국의 중소제조기업에서 스마트공장구축의 필요성을 인지하지만(중소기업중앙회, 2016b), 스마트제조 환경으로 전환에 많은 어려움을 겪고 있다.

중소기업의 스마트제조 생태계 구성의 어려움에 전문 인적자원(Human Resource)의 부재가 중요한 요인으로 보았다(중소기업중앙회, 2016a). 정부의 인력양성 정책에도 중소제조기업에서는 전문 인적자원의 신규채용의 현실적 어려움으로 재직자의 재교육을 통하여 부족한 수요를 채우고자 노력하고 있다. 재직자의 재교육과 역량개발의 중요성이 industry4.0 스마트공장 전환의 주요 성공요인으로 보았다(Agolla, 2018). 하지만 재직자의 성공적인 직무 재교육에는 다양한 요인들에 의하여 한계가 있다. 특히 교육의 참여에 직급에 따른 불균

형이 존재한다(이동업, 2019). 재직자들의 직급의 역할에 따라 업무의 관점에 간극이 존재하며, 이는 직무 재교육에 있어서도 간극이 존재할 것이라 사료된다. 따라서 중소기업의 직무특성(실무자 vs 관리자)은 스마트제조 인력양성에 중요한 요인으로 사료된다.

정부는 스마트공장 전환의 어려움을 해결하기 위한 정책의 일환으로 국가산단을 중심으로 스마트제조 고급인력양성사업을 실시하였다. 정부의 정책이 성공적으로 수행되기 위해서는 산업환경에 맞는 맞춤형 인력양성이 필수적이다. 사업이 진행되는 국가산단의 특성을 고려한 세밀한 연구가 우선되어야 하며, 제조기업의 구성원 직무특성에 따른 스마트제조 및 이와 연계된 인력양성에 대한 인식적 간극을 좁혀 스마트제조의 교육의 효과를 극대화하는 것이 필요하다. 국가산업단지별로 정책사업이 진행되기 때문에 각 산단의 특성에 맞는 연구가 수반되어야 하며, 산단 내 중소기업의 비중이 다수를 차지하는 반월시화산단의 제조공장 구성원에 대한 연구는 스마트공장 전환 정책의 성공에 필수적인 연구라 생각된다. 그럼으로 본 연구는 스마트제조에 대한 중소 제조기업의 구성원들의 직무 특성에 따라 스마트제조 재직자 교육에 어떠한 영향을 주는지를 검증하고자 하였다. 스마트제조 및 교육 활용에 대한 인식을 분석하여 교육구성에 대한 방향성을 제고함으로써 정책의 실효성을 극대화하여 기업의 스마트제조 전문 인력의 수요를 해소시켜 스마트공장 구현의 생태계를 선도적 조성에 이바지하고자 연구의 의의가 있다.

2. 연구의 배경

2.1 스마트제조

최근 제조 산업 환경에서는 스마트제조(Smart Manufacturing)로의 전환의 필요성이 이슈화 되고 있지만 이미 필드에서는 제조공정이 점점 복잡해지고 다양해지면서, 자동화 및 컴퓨터를 활용한 변화는

이미 이루어져 왔다고 인지하는 경향이 많다. 물론 컴퓨터 및 로봇을 활용한 자동화 과정을 스마트제조 의 포괄적 의미에는 포함될 수 있지만, 스마트제조 의 정의로 명명하지는 않고 있다. 하지만 많은 제조업 종사자들 특히, 중소기업 구성원들은 스마트 제조에 대한 의미를 자동화로 한정지어 생각하거나 잘 인지하지 못하는 경우가 많다.

그럼 스마트제조는 무엇인가? 많은 연구 및 기관에서는 스마트제조를 다양한 시각으로 정의내리고 있다. 현재와 미래의 제조자산을 계산플랫폼, 통신, 판단(control), 시뮬레이션, 데이터집약 모델링, 자동화된 엔지니어링을 기반으로 융합하는 새로운 생산형태로 IOT(Internet of things), 클라우드, AI (artificial intelligence), 데이터공학의 컨셉을 반영한 가상물리시스템(CPS : cyber-physical systems)을 스마트제조로 정의내리고 있으며(Kusiak, 2018), Mittal et al.(2019)의 연구에서는 <표 2-1>에서 표기된 것 같이, 5가지 특성과 11가지 신기술 그리고 스마트제조에서 요구되는 3가지 요인들을 포함하여 포괄적으로 스마트제조를 정의 하였다. 산업부에서는 “주력산업의 고부가가치화, 신산업에 대한 과감한 도전, 생산시스템의 혁신, 선제적 산업 구조 고도화를 체계적으로 추진하기 위한 스마트 제조 혁신생태계의 수직적 통합(HW/SW, IT/OT, 설비/데이터) 및 수평적 통합(제품 전주기, 가치사슬)과 도전적 기술개발”로 “스마트센서, CPS, 3D 프린팅, 에너지절감, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 홀로그램”의 스마트제조 8대 기술로 정의하여 정책 구현 시 이를 적용하고 있다(산업자원통산부, 2015). 이를 볼 때 스마트 제조는 단순히 몇 가지의 요인들이 아닌, 다양한 요인들로의 구성에 의하여 정의 내려지고 있음을 알 수 있다. 이를 종합해 본 연구에는 고객 맞춤(Customization), 연결성(Connectivity), 협업(Collaboration)의 개념을 반영 ‘디지털 기술을 제조과정의 생산 시스템에 적용하는 것으로 정보활용, 자동화, 모니터링, 센싱, 모델링, 네트워크 분야에 걸친 다양한 첨단 기술들의 적용’을 스마트제조로 정의 하였다.

실제 제조공장에서는 기존의 유사한 공정들로 인한 스마트제조의 정확한 분류가 희석되고 있다. 특히 공장의 변화의 인식이 상대적으로 낮을 수밖에 없는 기업들 즉 대기업 비해 중소기업 구성원들에서 스마트제조에 대한 인식이 모호할 것으로 사료된다. 이에 중소기업 구성원들의 스마트제조 의 인식에 대한 연구가 진행되어야 한다.

<표 1> 스마트 제조 구성요인(Mittal et al., 2019)

구성 요인	세부 요인
Characteristics	Context Awareness
	Modularity
	Heterogeneity
	Interoperability
Technologies	Compositionality
	Intelligent Control
	Energy Saving/ Efficiency
	Cyber Security
	CPS/CPPS
	Visual Technology
	IoT/IoS
	Cloud Computing/Cloud Manufacturing
	3D Printing/Additive Manufacturing
	Smart Product/Part/Materials
	Data Analytics
IT-based Production Management	
Factors	Law and Regulations
	Innovative Education and Training
	Data Sharing Systems

2.2 스마트제조 재직자 인력양성

중소 제조업 CEO들의 스마트공장의 설계 및 운영의 예로사항 인식을 보면, ‘제품 특성상 불필요’에 이어 ‘전문인력 부족’으로 인하여 제 4차 산업혁명에 잘 대응하지 못하는 것으로 밝혀졌으며 특히, ‘기초소재형기업’과 ‘성숙기기업’에서 전문 인력의 부족으로 인하여 변화의 대응이 어렵다고 인지하였다(중소기업중앙회, 2016b). 또한 스마트제조 의 구성요인 중하나로 혁신적 교육과 트레이닝의 중요성을 강조하였다(Mittal et al., 2019) 그럼으로 스마트

팩토리 운영에 관한 인력의 확보는 기업의 재직자를 대상으로 재교육을 통하여 확보하고자하는 요구들로 파악되기도 한다(중소기업중앙회, 2017). 스마트제조 인력양성 교육과정에 시급히 보완될 점으로 “기업의 교육 니즈에 맞춘 유형별 교육내용, 업종에 특화된 맞춤형 교육”이 시급하다고 하였다(김은희, 2020). 고용노동부에서 실행하고자하는 직업훈련의 이슈로도 신기술 관련 맞춤형 직업 훈련으로 실제 기업이나, 현장의 수요를 파악함으로 수요중심의 맞춤형 훈련체계의 필요성을 언급하고 있다(고용노동부, 2020). 이렇듯 산·학·연의 스마트공장 및 4차 산업으로 변화에 공통적으로 재직자 교육의 필요성에 인지하고, 현장의 수요에 맞는 교육을 통한 스마트공장으로 전환의 동력의 방향성을 가지고 있다.

스마트제조로의 전환에 있어 기존생산과정 보다 복잡한 작업 환경으로 변화가 필수적이기 때문에 재직자의 직무 역량 및 인재상에 있어서도 근본적인 변화를 필요로 하며, 전문성 및 숙련도(competence)의 개발이 필수적으로 요구된다(Hecklau et al., 2016; Kagermann et al., 2013). 기업에서의 재직자 인력양성의 시각은 큰 틀에서 기업에서 필요로 하는 인재 상에 부합되는 교육의 관리적 관점의 시각과, 생산라인에서 변화에 대응할 대상으로 실제 업무를 담당하는 실무자의 관점의 시각으로 나누어 볼 수 있다. 스마트제조 산업의 인력양성의 연구들도 스마트공장으로 변화의 필요성이 인지하는 관리자 그룹(CEO 및 간부)의 관점에서의 연구와 실무자의 역량의 관점에서의 연구들로 진행됨을 볼 수 있다. 독일 Industry 4.0 기업교육 모델 적용 사례의 연구(김은희, 2020), 공급기업과 수요기업의 관점에서의 스마트제조 인력양성(최윤희, 명재규, 2020), 경영자 관점으로 소유 경영인과 전문 경영인에 따른 스마트공장 도입 우선 요인과 같은 연구들이 진행되었다(이다솔 등, 2020). 재직자 교육의 실무자 육성 관점으로 국가직무능력표준(National Competency Standard, NCS) 기반 교육 설계안의 재직자 관점의 연구(최환영 2020)도 진행되고 있다.

최근 재직자 교육훈련 연구를 보면, 교육훈련 격

차는 생산성 격차로 이어지면 이는 노동시장 성과에 영향을 주며 교육 훈련 참여 결정요인으로 학력, 정규직, 노조 가입여부, 노동시간 정도, 기업규모 그리고 관리·전문직 등 화이트칼라일수록 직업훈련 참여율이 높다고 하였다(문영만, 2019). 이는 Doeringer and Piore(1970)의 이중노동시장이론(Dual labor market theory)에 따라 1차(primary labor market)와 2차(secondary labor market) 노동시장으로 나뉘지며, 높은 생산기술의 축적과 고용 안정화가 보장되는 1차에 속한 재직자가 숙련과 임금 수준이 낮고, 고용이 불안정한(문영만, 홍장표, 2017a) 2차에 속한 재직자 보다 지속적인 교육훈련 투자가 이루어진다고 하였다. 이를 볼 때 재직자 직무특성의 차이는 인력양성에 상이한 평가가 이루어 질 것이며, 관리·전문직일 경우 더 긍정적인 평가가 이루어 질 것이 예상된다.

최근 산업의 변화에 있어 경영자의 기업운영의 필수적 요인으로 새로운 환경에 대한 재직자의 교육의 시기성이다(Acatech, 2016). 적절한 타이밍의 재직자 교육이 신산업으로의 변화에 있어 중요한 요인으로 자리 잡고 있다. 구성원들의 직무 역할 특성의 차이에 따른 재직자 교육의 간극을 파악하고 이에 적합한 교육 프로그램 구성되어야 한다. 그럼으로, 스마트공장 관련 인력양성 및 재직자 교육에 있어 재직자의 직무 특성(관리자 vs 실무자)의 양쪽 시각을 반영된 연구의 진행함으로, 제조기업의 관리그룹의 목소리와 생산 현장의 목소리를 반영된 적절한 교육방안 제안함으로, 좀 더 효과적인 인력양성이 필요하다고 사료된다.

2.3 반월시화 국가산단 스마트제조 인력양성

정부에서 발표한 “중소기업 스마트제조 혁신전략”은 중소기업 경쟁력 강화를 위해 2022년까지 스마트 팩토리 3만개 구축이라는 정량적 목표로 정책을 추진 중이다. 또한 정부는 대한민국 산업의 근간이 되었던 제조업의 부흥을 통한 세계 4대 제조강국으로 도약하기 위해 독일에서 추진한 Industry

<표 4> 조사 개요

구분	조사 개요	
조사대상	반월·시화 산업단지 내 소재하고 있는 중소기업	
조사기간	2020년 06월 26일~07월 07일(약 2주)	
표본 수	실무자 145명	관리자 60명
조사방법	전화조사, 이메일, FAX 조사	

기존 연구들에서 일반적으로 활용한 스마트제조 설문을 문항들을 바탕으로 본 연구의 특성에 맞게 기업의 일반 현황, 스마트제조 인식, 스마트제조 장비 수요조사, 스마트제조 장비교육 프로그램의 크게 4가지 분류로 설문지를 구성하였다. '20년 6월 26일부터 약 2주간에 걸쳐 반월시화산단에 입주한 기업을 대상으로 무작위 전화, 이메일, FAX를 통하여 조사하였고, 시기적 상황(코로나19)으로 조사원을 통한 방문조사가 이루어지지 않아 설문대상 수 대비 많지 않은 205개사만 설문에 응답하였다. 기업의 직무 구성상(hierarchical) 실무자 대비 관리자의 비중이 적기 때문에 본 설문에서도 응답한 담당자의 직무 특성(job roles)에 따라 총 205개사 설문 응답 구성원 중 실무자 145명, 관리자 60명의 설문에 참여하였다. 응답자의 현황은 <표 5>와 같이 기계 전자 부분에 주로 중사하며, 2019년 기준 기업별 매출액 기준으로 10억~30억에서 가장 많이 응답 하였으며, 나머지 구간별 비슷한 수의 응답이 이루어졌다.

3.2 변수 측정

본 연구의 설문지는 전반적으로 4가지 특성의 요인으로 구성 진행하였다. 설문에 참여한 기업의 일반적 특성인 상시근로자 수와 업종, 매출액 그리고 구성원의 직급을 질문하였다. 스마트제조에 인지로는 스마트제조에 전반적 정의를 서술, 이에

<표 5> 응답자 현황

구분	사업체 수	직무 특성		
		실무자	관리자	
업종	기계	60	44	16
	전자	68	46	22
	석유화학	16	10	6
	철강	2	2	0
	기타	59	43	16
매출액	5억 원 이하	32	10	22
	5~10억 원 미만	27	21	6
	10~30 억원 미만	50	33	17
	30~50억 원 미만	33	26	7
	50~100억 원 미만	30	26	4
	100억 원 이상	33	29	4
전체	205	145	60	

대한 인지 정도를 4점 척도(한번도 들어본 적 없으며 전혀 알지 못함, 들어 본 적 있으나 잘 알지 못함, 들어 본 적 있으며 어느 정도 알고 있음, 매우 잘 알고 있음)으로 질문하였다.

스마트제조 장비 교육 프로그램으로 스마트제조에 관련 장비가 구비된 인근 대학교에서의 장비 사용을 지원한다면 활용 의도를 3점 척도(활용할 계획이 없다, 무료지원이라면 활용할 계획이다, 유로라도 비용이 적절하다면 활용할 계획이다), 인근 대학교에서 스마트제조를 위한 장비활용교육 프로그램의 참여 의도를 3점 척도(참여할 계획이 없다, 무료 지원이라면 참여할 계획이다, 유로라도 비용이 적절하다면 참여할 계획이다)로 측정하였다. 스마트제조 장비 교육 분야로, 스마트제조에 있어 필요한 분야(로봇 및 센싱 실습, 반도체 공정 및 박막(센서제작 이해), 사물인터넷 및 인공지능, 초정밀 측정 분석, 제조데이터 분석, 역설계(형상, 기계적 특성), CA D·CAE 실습 등으로) 중복으로 선택하게 하였다.

<표 6> 설문지 구성

구분	내용
1. 일반현황	상시 근로자 수, 업종, 매출액
2. 스마트제조 인지	제조기업 구성원의 “스마트제조” 인지 정도
3. 스마트제조 장비 교육 프로그램	스마트제조 관련 장비 사용 지원 시 활용 계획 의도 스마트제조 관련 장비활용교육 프로그램 참여 의도
4. 스마트제조 장비 교육 분야	스마트제조 관련 필요 장비 분야

4. 분석결과

4.1 기초 통계

일반현황으로 설문에 참가한 205개사 중 주요 업종으로 전기·전자(33.2%)로 기계·금속(29.3%) 석유화학(7.8%)로 기타 산업이(28.8%)로 조사되었다. 전기·전자분야는 평균근로자가 33.6명으로 '50~100억 원 미만'의 매출액을 보였으며, 기계·금속 분야는 28.9명의 평균 상시 근로자로 '50~100억 원 미만'의 매출액을 가진 것으로 응답하였다. 매출액으로 볼 때 100억 미만의 기업들이 172개사(83.9%)로 중소기업 범위기준(중소기업기본법 제2조 및 같은 법 시행령 제3조)으로 설문에 참여한 대부분의 기업들은 중소기업이라고 할 수 있다.

4.2 구성원의 특성에 따른 평가

기업의 구성원의 역할에 따라 스마트제조인식의 차이, 장비 활용의도 및 장비 교육 참여의도에 어떤 영향이 있는지를 보고자 SPSS 20.0을 이용하여 독립표본 t검증(independent sample t-test)을 진행하였다. 기업의 구성원 직무 역할은 실무자와 관리자로 구분하였다. 설문에 응답한 205개사의 구성원 중 실무자는 145명, 관리자는 60명 이었다. 스마트 제조 인식($f(13.921)$, $p < .05$), 장비 활용의도($f(14.844)$, $p < .05$), 교육 참여의도($f(14.701)$, $p < .05$)으로 Levene의 등분산 검정이 유의 확률 0.05보다 작음으로 등분산을 가정하지 않는 수치 값으로 해석하였다. <표 7>에서 제시된 것 같이 구성원의 역할(실무자 vs 관리자)에 따른 스마트 제조인식의 차이가 있음을 보였다($t(88.150) = -4.403$, $p < .001$). 실무자에 비해 관리자일수록 스마트제조에 인식이 높았다(실무자($M = 1.79$) < 관리자($M = 2.40$)). 스마트제조에 관련 장비 활용 의도에 있어서도 구성원의 역할에 따른 차이가 있음을 보였다($t(90.197) = -2.834$, $p = .006$). 실무자 보다 관리자에서 더 높은 참여의도를 보였다(실무자($M = 1.30$) < 관리자($M = 1.60$)). 스마트제조를 위한 장비활용

<표 7> 스마트제조 인식, 장비 활용, 교육 참여의도

구분	구성원 역할	평균	평균등식에 대한 t 검정		
			t	df	Sig.
스마트 제조인식	실무자	1.79	-4.403	88.150	.000
	관리자	2.40			
장비 활용 의도	실무자	1.30	-2.834	90.197	.006
	관리자	1.60			
교육 참여 의도	실무자	1.32	-2.502	88.956	.014
	관리자	1.58			

교육 프로그램에 대한 참여 의도에도 구성원의 직무 역할은 차이를 보였다($t(88.956) = -2.502$, $p = .014$). 교육 프로그램 참여 의도에도 관리자 그룹에서 더 높은 참여 의향을 보였다(실무자($M = 1.32$) < 관리자($M = 1.58$)).

4.3 스마트제조인식의 매개효과

좀 더 나아가 구성원의 역할에 따라 스마트제조 인식이 장비활용 의도 및 교육 참여 의도에 매개효과를 보고자 Process Model 4(단순매개효과)를 진행하였다(Hayes, 2013). 최근 표본의 비대칭적 분포나 작은 표본수 매개효과 분석은 주로 bootstrapping 방법을 활용하여 기존의 방법론(Baron and Kenny, 1986; Sobel, 1982)을 보완된 매크로 기반의 Process 프로그램을 활용하고 있다(구동모, 2013; 허원무, 2013; Hayes, 2013). Hayes(2013)의 Process Model 4(단순매개효과) 구조($X \rightarrow M \rightarrow Y$)는 간접 효과와 직접효과로, 독립변수(X)에서 매개변수(M)로 연결되는 효과계수의 값과 매개변수(M)에서 종속변수(Y)로 이어지는 효과계수의 값의 곱한 간접효과 계수 값의 유의도를 통한 매개효과 검증한다. 또한 독립변수(X)에서 종속변수(Y)로의 효과계수의 값의 비교를 통하여 단순 매개효과인지 완전 매개효과인지를 파악할 수 있다(Preacher and Hayes, 2004). 따라서 구성원 역할이 장비활용 의도에 있어 스마트제조 인식의 매개효과를 보고자 하였다. 신뢰도 95%에서 bootstrapping 샘플 수를 5,000으로 지정하여 분석결과 이에 장비활용 의도에 구성원의 역할의 직접 효과(95%

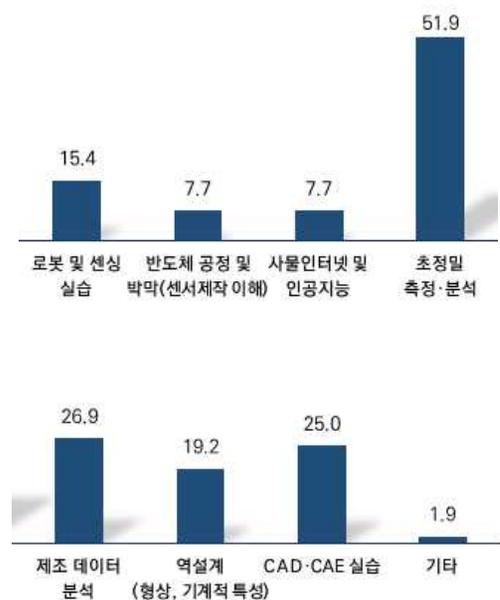
C.I. : -.0238, .3650)는 신뢰구간에 0을 포함하고 있으므로 효과는 유의하지 않다. 하지만 간접효과 즉 스마트제조 인식의 매개효과(95% C.I. : .0545, .2240)는 0을 포함하지 않아 매개효과는 유의하였다. 교육 참여 의도에 스마트제조인식의 매개효과 또한 유사한 결과를 보였다. 구성원의 역할이 교육 참여의도에 있어 직접적인 효과는 유의하지 않았다(95% C.I. : -.0400, .3372). 하지만 스마트제조 인식의 간접효과(95% C.I. : .0324, .2091)는 유의하였다. 이를 종합해 보면, 스마트제조인식이 장비활용 의도와 교육 참여의도에 매개효과를 가지는 것을 확인하였다.

4.4 장비 교육 분야

추가적으로 스마트제조 교육이 진행된다면 어떤 분야에서 우선적으로 교육이 필요한지 알아보고자 하였다. 교육이 필요하다고 생각한 참여자들을 대상으로 스마트제조 장비 교육에 있어 필수 장비 분야를 설문하였다. 설문결과 초정밀 측정·분석이 실무자(30.5%), 관리자(29.4%)로 가장 많았으며, 다음으로 제조 데이터 분석이 실무자(16.8%), 관리자(17.6%)의 교육을 필요하다고 인지하였으며, CAD·CAE 실습이 실무자(15.7%), 관리자(17.6%)의 교육 분야 순으로 선호하는 것으로 구성원의 역할에 따른 장비교육 선호는 비슷 패턴을 보였다. 참여자의 중복 응답으로 전반적인 스마트제조 필요 교육 분야는 [그림 1]과 같다. 구분된 결과와 유사하게 초정밀 측정·분석이 가장 필요한 교육 분야로 인식하였다. 다음으로 제조 데이터 분석, CAD·CAE 실습, 역설계(형상, 기계적 특성), 로봇 및 센싱 실습 순으로 필요한 교육 분야로 응답하였다.

4.5 연구의 함의

본 연구는 중소제조기업 구성원의 직무 특성에 따른 스마트제조에 대한 인식의 차이와 스마트제조 장비 활용 의도 및 교육 참여의도에 어떤 영향이 있는지 탐색함으로 스마트제조 인력양성 프로



[그림 1] 스마트제조 필요 교육 분야(단위 : %)

그램의 방향성을 제시하고자, 만월시화국가산단에 입주한 기업들을 대상으로 연구하여 유의미한 결과들을 밝혔다.

본 연구는 결과는 다음과 같다. 첫 번째로 구성원의 직무 특성에 따라 인식 및 프로그램 참여의도에는 차이가 있음을 확인하였다. 관리자 그룹에서는 실무자 그룹에 비해 스마트제조에 대한 인식이 더 높은 경향을 보였고, 스마트제조 관련 장비 활용 및 교육 프로그램 참여 의도에도 같은 경향을 보였다. 이는 관리자 그룹과 실무자 그룹에는 스마트제조 관련 프로그램들에 대한 인식 및 평가에 대한 상당한 간극 있음을 알 수 있다. 스마트제조로의 전환에 점점에 있는 그룹에서 오히려 낮은 인식이나 평가의 경향을 보였다. 이를 볼 때, 구성원 전반을 포용하는 정책보다는 각 그룹의 특성에 맞는 목표를 설정한 후 전략적 접근 방법의 고려가 절실히 요구된다. 두 번째로 본 연구를 통하여 구성원의 특성이 스마트제조 인식을 통해 스마트제조 장비활용 및 교육 참여 의도에 미치는 경로를 확인하였다. 스마트제조 관련 장비활용 및 교육 참여 의도에 스마트제조 인식이 매개효과를 밝혔다. 그럼으로 우선적으로

구성원들의 스마트제조에 대한 전반적 인지를 높일 수 있는 교육이 선행되어야 프로그램 참여의 동기 부여가 될 것으로 기대된다. 세 번째로는 반월시화산단의 입주기업 구성원들은 초정밀 측정·분석 분야, 제조 데이터 분석, CAD·CAE 실습, 역설계(형상, 기계적 특성), 로봇 및 센싱 실습 순의 교육 수요를 보임으로 이에 맞춤형 교육 또한 선행되어야 재직자교육의 참여 및 성과를 높일 수 있을 것이다. 이에 반월시화국가산단을 대상으로 스마트제조 재직자 인력양성 전문교육을 수행하고자하는 대학교나 기관들에 스마트제조 분야별 우선적 교육 가이드를 제공함으로써 효율적이고 실질적인 교육성과를 이끌어 낼 수 있을 것을 예상된다. 네 번째로 본 연구를 통하여 국가 정책 사업을 수행하는 각 주체별 함의점을 제시하고자 한다. 정책담당자 등 산단 맞춤형 인력양성 지원 프로그램이 필요하다. 반월시화산단은 국내 최대 산단임에도 중소기업의 다수를 차지하면 입주기업 대비 스마트공장의 도입 기업이 많지 않다. 이에 맞춤형 정책지원이 필요하다. 예를 들어 ‘스마트공장 레벨의 정도에 따라 맞춤형 인력양성이 필요하며, 스마트공장 도입이 어려운 영세 업체는 스마트공장 보급사업의 투자와 더불어 스마트제조에 대한 이해도를 높인 후 인력양성에 프로그램 참여를 순차적으로 지원하는 융합적 정책 개발이 필요하다.’ 더불어 산단의 현황 데이터의 분석으로 정책의 방향성의 제고하고, 중소기업 인력양성 프로그램의 구성에 근거로 재직자 교육 모델 방향성을 제시할 것이라 사료된다. 스마트공장 조사보고서에 따르면, 중소기업들은 스마트공장에 대한 상당한 관심은 있으나, 스마트공장의 전환에 있어 사전지식은 매우 부족한 실정으로 조사되었다(중소기업 중앙회, 2016). 신산업에 대한 재직자의 전반적 이슈로 ‘재직자 훈련에 낮은 참여율, 숙련향상 애로, 적합 프로그램 공급 미흡, CEO·노동자들의 낮은 인식 등에 대한 개선 노력이 필요, 프로그램 개선을 통한 참여 환경 조성’이 필요하다고 하였다(김철희 등, 2019). 이러한 관점에서 본 연구는, 스마트제조 인력양성 기관은 PBL(project based

learning) 및 Case-Study와 같은 기업의 현장 애로 해결형 프로젝트를 통한 실제 작업의 문제를 해결함으로써 재직자의 흥미 및 참여를 고취시킬 수 있어 스마트공장으로의 전환 및 가용 레벨의 상승을 도모하는데 이바지 할 수 있다. 또한 스마트제조의 기본 교육부터 고도화 전문 교육까지 구성으로 산업현장에 맞는 맞춤형 프로그램 구성으로 효율성을 높일 필요성이 있다. 마지막으로 본 연구는 스마트제조 수요기업의 관점에서 구성원들의 스마트제조에 대한 전반적 인식의 파악, 이와 연계하여 기존 재직자 교육 프로그램에 대한 개선 방안의 실마리를 제공한 점에 상당한 의의를 가진다. 특히 기업 구성원의 상위 집단(hierarchical upper position)에서의 인력양성 관점의 기존 연구들에서, 실무자 그룹과 관리자 그룹의 스마트제조인식 이해와 스마트제조 장비 활용 및 교육 참여 의도에 세분화된 다양한 시각적 접근을 가능하게 하여 큰 의의가 있다고 사료된다.

4.6 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 반월시화 국가산단의 19,627개의 입주 기업 대비 응답자 수가 많지 않으며, 현 코로나 19 사태로 조사방법을 언택트(untact)로 진행하여만 해서 데이터 수집의 한계를 보였다. 또한 실제 구축 현황 대비 본 연구의 기업 현황은 다르게 응답되었다. 반월시화 국가산단 실제 50%의 기계 관련 업종이 다수로 종사하는 것에 비해 본 연구에서는 전기·전자계 종사 군이 가장 많은 산업군으로 조사되었다. 이는 업종별 적용에 어려움이 있다. 둘째, 제조기업 구성원의 비율도 차이가 있었다. 표본 수가 같지 않아 결과 값에 대한 설명력이 떨어질 수 있는 한계는 있다. 하지만 실제 기업의 구성원을 보면 실무자에 비해 관리자의 수가 적음은 사실이다. 이에 현실적 특성은 반영 되었지만, 데이터의 설명력에 있어서는 강한 지지를 받지 못하는 아쉬움도 있다. 셋째 스마트제조에 대한 기본적 설명

을 본 후 제조 인식에 대하여 물었다. 이는 스마트 제조의 인식에 대한 정확한 인지 여부를 측정하기 위한 의도였지만, 설명으로 인한 바이어스가 생길 가능성이 있다. 또한 본인이 실제 인지하는 스마트 제조와 설문에서 묘사된 정의와는 이견이 있을 수 있다. 넷째 구성원의 직무 차이에 어떤 심리적 기전에 의해 효과에 영향을 미치는지는 밝히지 못한 한계가 있다. 마지막으로, 구성원의 그룹의 특성을 실무자와 관리자로서 단순히 구분하였다. 이외에도 부서별, 전공별, 학력별 등과 같이 스마트 제조에 대한 인식에 있어 다양한 요인들이 존재할 수 있다. 따라서 다음과 같은 한계들을 추후 연구에 고려하여 진행되기를 기대해 본다.

참고문헌

- 고용노동부, “제1차 직업능력개발발전위원회 회의 자료”, 2020.
- 구동모, “연구방법론”, 서울, 학현사, 2013.
- 권준화, 이성봉, “독일 인더스트리 4.0의 중소기업에 대한 도입 사례 분석과 시사점”, *경상논총*, 제34권, 제3호, 2016, 37-55.
- 김은희, “독일 인더스트리 4.0 기업교육 모델의 국내 중소기업 스마트 팩토리 교육 적용을 위한 고찰”, *경영교육연구*, 제35권, 제3호, 2020, 91-112.
- 김철희, 김미란, 홍광표, 박상오, “신직업능력개발체제 구상 및 실행방안 연구”, 한국직업능력개발원 연구보고서, 2020.
- 산업통산자원부, “스마트제조 R&D 로드맵”, 2015.
- 문영만, “제조직의 교육훈련이 임금, 직무만족도, 이직에 미치는 영향”, *노동정책연구*, 제19권, 제2호, 2019, 103-133.
- 문영만, 홍광표, “원저하청기업 간의 임금격차 및 임금결정요인”, *Journal of The Korean Data Analysis Society(JKDAS)*, Vol.19, 2017a, 1403-1417.
- 이다솔, 부재만, 정현식, “스마트 팩토리 도입에 영향을 미치는 요인 분석 : 경영인 유형과 업력을 중심으로”, *산업경영시스템학회지*, 제43권, 제2호, 2020, 110-119.
- 이동임, “[이슈 분석] Industry 4.0에 대응한 독일 직업교육훈련제도의 최근 변화”, *THE HRD REVIEW*, 2019.
- 정보통신기술진흥센터, “중요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향 보고서”, 2016a.
- 중소기업중앙회, “스마트공장에 대한 중소기업의 견조사 결과 보고서”, 2016.
- 중소기업중앙회, “4차산업혁명에 대한 중소기업인식 및 대응조사 결과보고서”, 2016.
- 중소기업중앙회, “4차산업혁명에 대한 중소기업인식 및 대응조사 결과보고서”, 2016b.
- 중소기업중앙회, “2017 중소기업 애로실태조사 종합 보고서”, 2017.
- 최윤혁, 명재규, “스마트제조 산업에서 공급기업의 인재육성에 관한 지원방안 연구”, *실천공학교육논문지*, 제12권, 제1호, 2020, 177-186.
- 최환영, “스마트 제조기술을 도입하는 일학습병행 학습기업을 위한 NCS 기반 교육훈련 및 자격 제안”, *실천공학교육논문지*, 제12권, 제1호, 2020, 117-125.
- 허원무, “매개효과 분석 방법의 최근 트렌드”, *한국비즈니스리뷰*, 제6권, 제3호, 2013, 43-59.
- Acatech(Deutsche Akademie der Technikwissenschaften), *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 : Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*, 2016.
- Agolla, J.E., “Human capital in the smart manufacturing and industry 4.0 revolution”, *Digital Transformation in smart Manufacturing*, 2018, 41-58.
- Baron, R.M. and D.A. Kenny, “The moderator-mediator variable distinction in social psychological research : Conceptual, strategic, and statistical considerations”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.51, No.6, 1986, 1173-1182.

- Doeringer, P.B. and M.J. Piore, "Internal labor markets and manpower analysis", Lexington, Harvard Univ, Cambridge, MA, 1970.
- Hayes, A.F., "Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis : A regression-based approach Guilford Press", New York, NY, 2013.
- Hecklau, F., M. Galeitzke, S. Flachs, and H. Kohl, "Holistic approach for human resource management in Industry 4.0", *Procedia Cirp*, Vol.54, No.1, 2016, 1-6.
- Kagermann, H., W. Wahlster, and J. Helbig, "Securing the future of German manufacturing industry : Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0", *Final report of the Industrie 4.0*, 2013.
- Kagermann, H., W.-D. Lukas, and W. Wahlster, "Industrie 4.0 : Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution", *VDI Nachrichten*, Vol.13, No.1, 2011, 2-3.
- Kusiak, A., "Smart manufacturing", *International Journal of Production Research*, Vol. 56, No.1-2, 2018, 508-517.
- Lasi, H., P. Fettke, H.G. Kemper, T. Feld, and M. Hoffmann, "Industry 4.0", *Business & Information Systems Engineering*, Vol.6, No.4, 2014, 239-242.
- Mittal, S., M.A. Khan, D. Romero, and T. Wuest, "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, 1342-1361.
- Sobel, M.E., "Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models", *Sociological Methodology*, Vol.13, 1982, 290-312.

[부록] 스마트제조 인력양성 설문지

I. 기업 일반현황

사업장명		대표자 성명	
성명		직위/부서	
설립년도	년	상시 근로자 수 (2020년 5월 기준)	명
사업장 주소			
주요 제품/서비스			
업종	① 기계·금속 ⑤ 기타()	② 전기·전자 ()	③ 석유·화학 ④ 철강
매출액 (2019년 말 기준)	① 5억 원 이하 ④ 30~50억 원 미만	② 5~10억 원 미만 ⑤ 50~100억 원 미만	③ 10~30억 원 미만 ⑥ 100억 원 이상

II. 설문문항

문1. 귀 사업장은 스마트제조에 대해 알고 계십니까? ()

※ '스마트제조'란?

스마트제조는 디지털 기술을 제조과정의 생산 시스템에 적용하는 것으로 정보 활용, 자동화, 모니터링, 센싱, 모델링, 네트워크 분야에 걸친 다양한 첨단 기술들을 적용

- 고객 맞춤(Customization)은 고객의 니즈에 빠르게 대응 가능한 공급사슬로의 전환을 도모
- 연결성(Connectivity)은 ICT를 기반으로 제조 및 유통 전 과정에서 모든 사물 및 참가자들을 서로 연결시켜 정보 교환을 가능하게 함
- 협업(Collaboration)은 상호 연결된 구성요소들이 정보와 자원을 서로 공유하고, 이를 바탕으로 독립적 의사결정과 협업을 수행

- ① 한 번도 들어본 적 없으며, 전혀 알지 못함
- ② 들어 본 적 있으나 잘 알지 못함
- ③ 들어 본 적 있으며, 어느 정도 알고 있음
- ④ 매우 잘 알고 있음

문2. 귀사에서는 인근 대학교에서 스마트제조 관련 장비 사용을 지원한다면 활용할 계획입니까?

- ① 무료지원이라면 활용할 계획이다
- ② 유료라도 비용이 적절하다면 활용할 계획이다
- ③ 활용할 계획이 없다

문3. 귀사에서는 한국산업기술대학교에서 실시하는 스마트제조를 위한 장비활용교육 프로그램이 있다면 참여할 계획이 있으십니까?

- ① 무료지원이라면 참여할 계획이다
- ② 유료라도 비용이 적절하다면 참여할 계획이다
- ③ 참여할 계획이 없다

문4. 귀사에서 교육이 필요한 분야는 무엇인지 모두 응답해 주십시오. (복수응답)

- ① 로봇 및 센싱 실습
- ② 반도체 공정 및 박막(센서제작 이해)
- ③ 사물인터넷 및 인공지능
- ④ 초정밀 측정·분석
- ⑤ 제조 데이터 분석
- ⑥ 역설계(형상, 기계적 특성)
- ⑦ CAD·CAE 실습
- ⑧ 기타()

◆ About the Authors ◆



박 상 우 (swpark@kpu.ac.kr)

서울시립대학교 경영학 석사 및 경영학 박사학위를 취득하고, 현재 한국산업기술대학교 연구교수로 재직 중이다. 주요 연구분야는 Online Marketing Communication, Social power, Influencer, uncertainty, Consumer-AI interface, Digital Management 등을 포함한다.



이 종 길 (ljk@kpu.ac.kr)

서울대학교 대학원 기계설계학과에서 공학 박사를 취득하였다. 현재 한국산업기술대학교 기계공학과 교수로 재직 중이며, 주요 관심분야는 제조 장비 및 공정 최적화, CAE(Computer Aided Engineering), 데이터기반 공정혁신, 바이오-기계 융합 기술 개발 등이다.



정 동 열 (djung@kpu.ac.kr)

서울대학교 농산업교육과에서 교육학 박사를 취득하였다. 현재 한국산업기술대학교 산업융합학과 교수로 재직 중이며, 주요 관심분야는 직업교육, 신기술기반 인력양성, 고용서비스, 자격제도 등이다. 현재 중소기업훈련지원센터장, 일학습병행제 공동훈련센터장, K-Digital 훈련원 부원장 등을 맡고 있다.