

일반연구논문

4차 산업혁명시대 지역 중소기업의 제조혁신 한계와 스마트공장 정책 방향성 연구: 포항지역 중소기업의 스마트공장 조사를 중심으로 ■

김은영* · 박문수**

■ 본 연구는 포항시의 지원을 받아 수행한 「2017 정책연구역량강화사업」 보고 자료를 기초로 발전시킨 내용을 담고 있음.

* 포항테크노파크 정책연구소 선임연구원 전자우편: hellosally@daum.net

** 한국뉴욕주립대학교 기술경영학과 교수 전자우편: mspark@sunykorea.ac.kr

포항시는 철강업 등의 일부 제조업에 영향을 크게 받는 우리나라의 대표적인 기업도시이다. 이러한 대기업 중심 기업도시의 모델은 우리나라 제조업 발전의 중요한 바로미터가 되어 왔다. 하지만 최근 경기침체와 위기가 확대되고 있는 상황에서 제조 한계 극복의 방안으로 논의되고 있는 보급 상황과 방향에 대한 포항 차원의 논의를 진행해 보고자 한다. 본 연구를 통해 첫째 현재의 스마트 공장 구축의 현황과 포항지역의 산업적 여건 그리고 추진 분야에 대한 검토 두 번째, 지역 기업들의 설문 자료를 통해 산업구조 고도화와 효율성을 위한 합의점과 차세대 생산혁명에 대비한 지역차원의 준비와 산업적 측면에서의 변화를 준비하고자 한다. 이러한 현황 분석과 기업 조사를 통해 다음과 같은 포항 지역 스마트공장 지원의 정책 대안을 새롭게 제시하고자 한다. 첫째, 포항시가 경북도 등 광역지자체와 협력하여 지역 특화형 스마트공장 지원 플랜을 구축할 필요가 있다. 둘째, 포항시 기업협의회, 업종별 협동조합 등 기업 중간조직이 업종별 특성에 맞는 스마트공장을 업계 자발적으로 개발하고 이를 보급하는 방식으로 전환할 필요가 있다. 셋째, 스마트공장 보급에서 가장 중요한 행위자는 스마트공장 IT 솔루션 공급사로 지역 중소기업간 연계 및 협력 강화가 중요하다. 현재의 포항 지역의 산업특성상 대기업과의 협력을 통한 공급가치사슬을 고려한 스마트공장 지원 프로그램의 마련이 구체화되어야 한다.

주제어 | 스마트 공장, 중소기업, 산업특성, 혁신역량, 제조혁신, 한계

1. 서론

포항시는 철강 등의 일부 소재부문 제조업에 영향을 크게 받는 우리나라의 대표적인 기업도시이다. 이러한 대기업 주도형 기업도시의 모델은 우리나라 제조업 발전의 중요한 바로미터가 되어왔다. 하지만 최근 몇 년간의 철강 관세 및 중국 등 개도국의 제조경쟁력 강화 등으로 경기침체와 제조업의 효율 위기가 확대되고 있다. 이러한 제조 한계 극복의 방안으로 고려되고 있는 스마트공장 보급의 상황과 방향에 대한 지역 차원의 논의를 전개해 보고자 한다.

스마트공장은 독일과 같은 선진국에서 논의되기 시작하였다. 즉, 제조업과 IT, 제조업과 SW, 서비스업, 이종(理宗) 산업 간의 융·복합이 확산 중에 있고, 3D프린팅, 스마트공장 등 새로운 생산방식이 등장하고 있으며, OECD 주요 선진국(미국, 독일, 일본 등)들도 '08년 글로벌 금융위기 이후, 제조업의 중요성을 주목하고 제조업 르네상스 전략을 추진하고 있다. 이에 산업통상자원부(2014)는 제조업 혁신 3.0 전략의 핵심 과제로 '스마트공장 확산'을 추진 중에 있다. 이는 IT, SW, 사물인터넷(IoT : Internet of Things) 등과의 융·복합을 통한 생산의 전 과정을 지능화·최적화하여 '20년까지 1만개 공장의 스마트화 추진과 대·중·소기업의 협력을 통한 민간주도의 스마트공장 활성화의 기반조성에 집중하고 있는 상황이다.

최근의 국내 산업구조적 특성에 기인한 대기업 주도형 성장 모델로 인해 중소기업의 혁신을 통한 변화를 이끌어내는 과정에서의 어려움이 존재했다. 주로 1차 벤더까지의 제조 혁신이 급속히 진행되고 있는 과정에서 현재 중소기업들을 제조혁신 과정에 편입하기 위한 다양한 준비가 진행 중이다. 이 과정에서 지역적 현황과 특성을 기반으로 실제 중소기업 입장에서 지금의 제조혁신 과정의 문제점 파악이 필요하다.

포항은 철강산업 중심의 산업구조 고도화를 위해 포항의 강점을 살린 소재분야를 기반으로 융복합화로의 혁신기반 조성이 중요한 시점이다. 특히 소재 분야는 모든 제조업의 가장 기본이 되는 산업으로 제조 분야의 기술력과 범용성을 확보하는 작업이 필요하다. 따라서 철강분야의 기업경쟁력 제고와 설비의 현대화 자동화를 통한 경쟁력 강화를 위해 지역 중소기업을 중심으로 스마트공장 활성화 방안의 연구가 시급하다.

포항과 같은 제조업 기반 도시에서 제조혁신의 대표적인 수단으로서의 스마트공장 지원은 지자체 차원에서 매우 중요하다. 지역의 스마트 공장 구축은 다가올 미래를 준비하고 선도할 핵심 분야로 특히 다양한 R&D기술과 산업과의 결합을 통한 융복합 패러다임의 전환에 가장 부합되며, 타 산업 구조 고도화에 촉매 역할이 될 수 있다. 또한 포항 소재중심의 주력산업과 ICT의 결합을 통한 제조혁신은 침체되고 있는 지역산업의 부활을 가능하게 만든다. 이를 통해 기존 포항의 생산시스템의 개방화로 전환에 도움이 될 수 있으며, 지역 중소기업들에게 공정 혁신 기반 조성 및 시장 확대, 대기업과의 상생 협력을 통한 성장의 기회를 줄 수 있다.

그 동안 진행되어온 제조혁신과 제조혁신으로서의 스마트공장 도입과 관련한 지자체의 특성을 고려한 체계적 연구가 부족했던 상황에서 포항 사례를 통해 실증 기반 연구로 지역 산업구조화와 공정 혁신에 중요한 함의점을 제시하고자 한다.

본 연구를 통해 첫째, 지역 차원에서의 스마트 공장 구축을 위한 현황과 포항지역의 산업적 여건 그리고 제조혁신을 위한 준비에 관한 내용을 담고자 한다. 두 번째, 지역내 중소기업들의 설문 자료를 통해 산업구조 고도화와 생산효율성을 위한 정책적 방향성을 도출하여 향후 지역차원의 준비와 산업적 측면에서의 변화에 대비하고자 한다.

2. 이론적 배경

1) 한국 제조업의 위기와 제조 혁신의 필요성

우리나라의 제조업은 1970년대 이후 정부의 주도, 수출 중심, 대기업 중심 산업육성 등으로 국가경제에 미치는 영향이 세계 최고의 수준으로 성장하였다. 1970년대 이전에는 1차 산업의 GDP 대비 부가가치 비중이 가장 높았고(28%), '12년에는 제조업의 GDP 대비 부가가치의 비중이 세계에서 가장 높은 수준인 31.1%까지 확대되었다. '12년 우리나라의 국가 경쟁력에서 제조업이 차지하는 비중은 세계에서 가장 높은 수준으로, 제조업 강국인 독일보다도 8.5%, 일본보다는 10.1%가 높을 정도이다. 뿐만 아니라 주요

경제지표인 산출액은 물론, 고용에서 제조업이 차지하는 비중 등도 OECD 국가들 중 최상위권에 위치한다.

대기업 및 수출 산업 중심의 성장은 급속한 경제발전의 원동력으로 작동되었으나, 지속적인 발전과 혁신을 추구하는 데는 구조적 한계가 있다. 우리 나라 수출시장 점유율이 세계 1위인 품목은 '12년 69개에서 '16년 71개로 소폭 증가하였으나, 우리나라의 1위 품목 71개 중 과반은 화학제품(25개)과 철강(15개)으로 지난 5년간 점유율 1위를 계속 유지해온 제품 역시 화학제품과 철강이었다(한국무역협회, 2018.2).

최근 중국의 거센 추격과 국내 생산거점의 해외이전 확대 등으로 국내의 생산기반 약화가 우려되고 있으며, 보호무역과 후발 개도국의 추격과 같은 위기상황 속에서 제품 경쟁력 강화를 위한 지속적 노력과 고부가가치화 및 차별화가 요구되고 있다.

이러한 변화되는 거시경제 환경 속에서 핵심 제조업의 경쟁력을 키우는 제조업 혁신이 절실하다. 제조업계의 영업이익률 하락세, 장기적 생산가능 인구 감소 등 사회·경제적 변화에 따라 생산구조 혁신 필요성 대두되고 있다. 이러한 제조업 혁신의 중심에는 중소기업의 제조 혁신역량 강화가 주가 되어야 하며, 한국의 제조업 위기 상황에서 지역 중소기업은 대기업과의 연계형 동반 성장의 한계라는 이중고를 겪고 있다.

국내 포함 해외 주요국이 제조업 혁신의 일환으로 스마트공장에 관심을 가지고 체계적 준비를 진행하고 있다. 금융위기 이후 제조 강국이 빠른 경제 회복세를 보임에 따라 제조업의 중요성이 재조명되고 있으나 금융위기 이전까지 주요국은 제조업을 저부가가치 산업으로 인식해 생산기지의 해외이전, 인력·부품의 아웃소

싱을 강화하였다. 하지만 최근 국내를 포함한 주요국이 국가경쟁력 강화를 위해 제조업 혁신 정책을 발표, 핵심 추진과제로 스마트 공장에 초점을 두고 있다(산업은행, 2015).

산업용 장비와 스마트공장은 후방 산업에 해당하기 때문에 산업인터넷의 보급이 늘어날수록 제조업, 운수업, 에너지산업 등 이를 활용하는 산업의 효율성을 전반적으로 제고할 것으로 기대된다. GE에 따르면 산업인터넷을 활용하여 항공, 전력, 헬스케어, 철도, 정유·가스 등의 산업에서 연료나 시스템 효율성을 1% 개선할 경우 향후 15년간 약 2,790억 달러의 경제적 가치가 창출될 전망이다(Evans & Annunziata, 2012).

스마트 공장은 생산 공장의 자동화 발전 과정에서 컴퓨터 시스템이나 산업 로봇을 활용해 생산 관리의 자동화 등을 행하는 시스템의 총칭(포괄적 개념)이며, 스마트공장은 공장 자동화에서 생성되는 생산 데이터·정보를 공유 및 활용하여 더 똑똑하게 공장 내/공장 간/외부 등과 유기적으로 연결하여 최적화된 생산 체제를 운영하는 것을 설명하는 정책적 의미로 볼 수 있다.

한국은 스마트공장을 통한 제조업 패러다임의 변화와 독일 미국 등 선진국의 관련 정책 추진에 대응한 제조혁신 정책을 추진하고 있다. 산업통상자원부는 2014년 6월 ‘제조업 혁신 3.0전략’을 수립하여 독일의 인더스트리 4.0 등 제조혁신의 대응방안을 마련하였다. 제조업과 IT 및 소프트웨어의 융합을 통해 제조업의 새로운 부가가치 창출과 경쟁우위 확보를 목표로 기업의 제조혁신을 위한 환경조성에 주력한다는 계획이다(KIET, 산업포커스 2018)

현재 정부차원에서 민관합동 스마트공장 추진단을 운영하고 있으며 주로 솔루션 보급 사업을 추진하고 있다. 이러한 스마트공

장 솔루션 보급 분야로 현장 자동화·공장 운영(MES), 제품개발 (PLM), 에너지관리(FEMS), 공급사슬관리(SCM), 전사적기업자원관리 (ERP) 등이 보급 확산되고 있다.

〈표 1〉 일반적 스마트공장 개념

구 분	일반적 스마트공장 개념
개념	· 원부자재, 공정, 유통, 경영까지 총괄적 협업과 네트워킹, 정보 확보를 통한 공정개선, 품질, 의사결정, 기업 내외부간에 유기적으로 협업하는 똑똑한 시스템
추진 전략	· 전체 제조업(대기업 선도 발전) · 전사적 전부문 스마트공장화 추진에 따른 단계별 스마트공장 수준 파악 가능 · 하도급 개념의 미적용/완제품 공장을 기본적으로 상정
성 과	· 최종 제품의 품질개선/수익개선 · 전체 공정 시간 절약 · 공정 전체 및 최종재 불량률 감소 등

출처: 민관합동스마트공장추진단(2015)

산업통상자원부(2014)가 제시한 우리나라의 제조기업의 스마트공장 구축 현황으로 대부분의 기업들이 부분자동화와 일부 정보화에 치우쳐 있으며 소수 대기업만이 해외 기업 수준의 통합 자동화와 지능화 수준에 이른 것으로 확인되고 있다.

포항은 대기업 수직연계형 구조와 철강이란 단일산업 중심의 특성화된 산업구조를 가지고 있는 지역으로 제조 혁신이 가장 필요한 대표적인 도시이다. 최근의 글로벌 철강 수요 감퇴로 인한 수익성 위기가 크게 대두되고 있으며, 미국 등의 보호주의, 관세 조치 등으로 해외발 위기로 인해 포항지역을 중심으로 철강 감소와 설비투자 약화 등의 현상이 두드러진 지역이다(유승록, 2018).

포항시의 근간 산업인 제조업의 약화로 사회경제적 파급효과가 커지고 있다. 포항시 인구 역시 20~30대를 중심으로 인구 유출이 확대되고 있으며 이들의 대표적인 이동 이유는 '직업'때문인 것으로 나타났다(2016년 경상북도 인구이동통계).

이러한 포항 제조업 약화의 근본적인 이유는 소재산업을 중심으로 한 근간 산업의 제조 경쟁력이 약화되었고, 새로운 新산업을 육성하지 못한 이유에 있다고 할 수 있다. 그런 면에서 포항의 상황은 제조업을 근간으로 하는 대부분의 산업·기업 도시들에게도 유사한 상황이라고 할 수 있다.

지난 2008년 국제금융위기 이후 세계적인 경기침체와 철강과잉 공급, 보호무역주의 심화 등으로 철강산업을 기반으로 하고 있는 포항지역의 경제는 여전히 기준치를 밑도는 침체에서 벗어나지 못하는 상태이다. 특히 보호무역장벽과 글로벌 리스크와 같은 외부환경적 변화로 업종별 BSI(기업경기실사지수)에서 철강산업은 세계적 철강수요 증가세 둔화 및 생산과잉 정부의 친환경 에너지 정책과 맞물려 지난 2분기 대비 20p나 떨어진 69에 머물렀다(포항상공회의소, 2018.7).

이러한 기업 경영환경적 변화의 어려움 속에서 포항의 제조 혁신 한계와 스마트공장 지원에 대한 검토는 중요한 의미가 있다고 할 수 있다. 현 제조업의 경쟁력을 향상시키고, 소재 중심의 제조업을 ICT 산업으로 확장할 수 있는 기회이기 때문이다. 스마트공장은 제조 혁신을 위한 해당 업종의 경쟁력을 높일 뿐 아니라 해당 업종에 대해 센서, 컨트롤러 등 다양한 ICT 분야 기술이 적용되어 일부 업종에 치우친 제조업 구조에서 ICT 산업을 접용하고, 육성할 수 있는 기회를 제시할 수 있다.

2) 스마트공장의 선행연구 검토

4차 산업혁명시대로의 이행과정에서의 제조혁신을 위한 산업적 특성에 따른 준비 및 중소기업의 혁신역량강화 그리고 기존 중소기업과 대기업과의 협력적 차원 등 국가와 산업 단위로의 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 과정에서 산업인터넷의 개념과 산업적 차원의 진화과정에서의 연결성을 강조하는 스마트 공장이라는 새로운 개념이 있다. 산업인터넷은 사물인터넷(IoT)을 산업 현장에 적용한 개념으로(나준호·최드림, 2016.12.28.), 산업적 대상범주는 제조, 운수, 에너지, 농업, 의료 등을 포함한다(WEF, 2015.1).

국내의 스마트공장의 도입 및 활용방안을 중심으로 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 대기업을 중심으로 보유기술의 활용을 통한 혁신환경 조성방안과 수요공급적 상황을 고려 기업의 특성을 감안한 생태계 구성에 관한 연구들이 있다. 먼저 김승택 외(2015)는 기존 정부의 R&D자금 투입을 통한 상용화된 기술과 대기업 보유 기술 중 스마트공장 구축에 활용 가능한 부분을 영세 제조기업의 보급형으로 재개발될 수 있도록 지원환경 조성방안의 필요성을 강조하였다.

다음으로 이재형(2012)은 연구를 통해 고성장분야에서의 성장동력 창출을 위해 스마트화 수요와 공급 그리고 제조와 서비스 융합 부분에서의 진입과 퇴출이 가능한 기업생태계 구성이 필요함을 밝혔다. 그리고 오지윤(2015)은 사업체의 업력이 짧을 경우 효율적 생산량보다 과소 생산되며, 업력이 높은 경우 과잉생산하는 것을 확인하였다. 특히 규모가 작은 업체는 정부지원에 의해 과잉 생산하게 되고, 규모가 큰 사업체는 시장독점력에 의한 과소

생산의 경향이 있음을 분석을 통해 보여준다.

박유리 외(2014)는 한국형 제조혁신의 정책적 방향성을 개방형 제조혁신 플랫폼의 구축과 사용자 주도형 혁신시스템을 활용한 제조활성화 기반 조성과 미래 지능형 공장을 위한 인프라 구축의 필요성을 강조하고 있다.

박문수(2015)는 뿌리산업 스마트공장에 대한 실태조사를 통해 스마트공장 지원사업이 전형적인 공정혁신보다는 SW 보급사업의 특성을 가짐을 확인하였다. 그리고 해당 산업업종에 특화되지 못한 범용 지원사업으로는 정책 효과성이 높지 못함을 지적하였다. 따라서 업종별 규모별 특화된 지원사업 추진, 업종 중간조직(협동조합 등)이 주도하는 민간주도형 스마트공장 모델 개발 및 보급, 대중소기업 등 공급가치사슬을 고려한 스마트공장 협력형 지원책을 제시한 바 있다.

다음으로 영세소기업의 어려움에 대한 연구로는 김세종·홍성철(2011)의 산업구조적 요인 분석을 통한 제조기업의 영세화로 경쟁력의 약화 및 연구개발 투자의 부진과 근로조건 및 인재유입의 한계를 지적하며, 지원대상의 세분화와 차별화와 미시적 산업정책과 창업기업 생존율 강화가 필요함을 제안한다. 그리고 함형준(2017)은 스마트 공장의 구현을 위해 장기적, 일관적 대응이 필요하며, 제조 전 단계에 걸친 기술 역량의 보급과 취약공정에서의 솔루션 개발과 마케팅지원 등의 선순환 구조를 구축해야함을 강조하고 있다. 현재 비용 여건을 감안하여 일정규모 이상의 기업을 중심으로 검토할 것을 제안하고 있다.

양현림·장태우(2016)은 학술지 초록분석을 통한 스마트공장의 연구 토픽 트렌드를 분석한 결과 국가별정책사례와 경제변화,

R&D, IT기술, 기업혁신의 5개로 분류됨을 확인하였고, 최근의 연구들이 스마트공장에서의 ICT기술도입과 해외 우수사례 벤치마킹에 집중되어 있음을 보여준다.

해외 연구로는 4차 산업혁명을 위한 산업생태계적 관점에서의 중요성을 강조한 연구들이 있으며, 특히 인력활용방안의 구체화 및 중소기업의 참여를 강화하기 위한 다양한 운영 플랫폼의 제공을 통한 실질적 활용 및 확산의 필요성을 강조하고 있다.

Malte Brettel et al.(2014)는 industry 4.0은 자동차 및 기계 플랫폼 산업에서의 우수한 제품의 제공을 위한 협업적 네트워크의 필요성과 기술기반 연구시설 그리고 숙련된 노동인력에 의한 산업적 변화가 제대로 갖춰질 수 있음을 밝히고 있다.

Chanmo Jun et al.(2017)은 스마트공장은 기술적 변화와 함께 진화되고 있으며 이 과정에서 중소기업은 정보시스템, 시스템간의 통합관리에 다양한 어려움을 겪게되므로 클라우드 기반 어플리케이션의 통합 및 운영 플랫폼의 구축이 필요하며, 이를 통한 중소기업의 정보시스템의 한계를 해결하여 제조역량을 강화할 수 있음을 보여준다.

Moouf, Alexandre et al.(2018)의 연구에서 industry 4.0은 산업관리차원에서의 새로운 패러다임을 제공하고 있지만 중소기업들은 산업 프로세스의 모니터링 수준에 머물고 있으며 실제 비용절감의 이니셔티브에서 실제 비즈니스 모델로의 이행에 관한 증거는 여전히 부족함을 지적한다.

국내외 연구사례를 통해 확인되는 부분으로 국가와 산업적 차원, 그리고 기업의 형태에 대한 다양한 연구가 진행되고 있으나 실제 지역을 중심으로 지역 범주적 특성을 고려한 스마트공장 도

입을 위한 현실적 문제에 관한 연구가 부족함을 확인하였다.

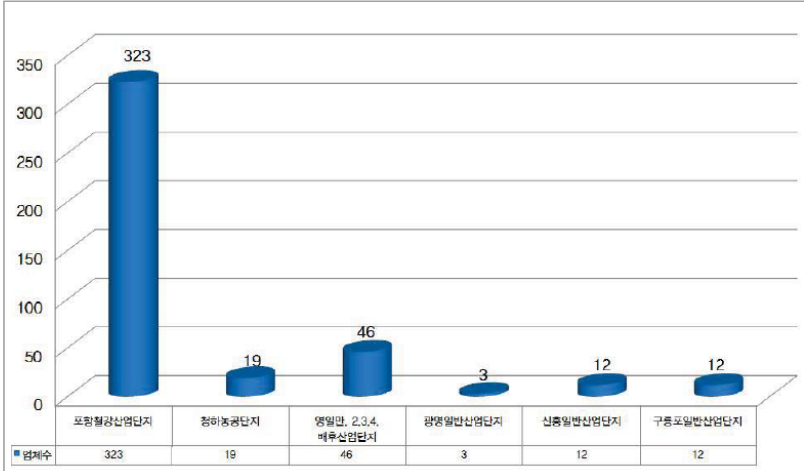
선행연구 검토를 통해 결과적으로 최근 4차 산업혁명과 맞물려 제조혁신의 필요성에 의해 스마트공장 추진 정책이 중요하게 부각되는 것은 사실이나 여전히 정책 추진 과정의 한계와 지역 및 산업 기반의 특성화에 기반한 연구가 부족함을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 포항 지역 제조혁신의 필요성과 경제 환경 변화에 따른 지역 중소기업의 스마트공장 추진방향과 문제점을 검토하고자 한다.

3. 지역산업현황과 스마트공장 추진 현황

1) 지역 제조 중소기업 현황과 특징

포항시는 전형적인 소재중심의 제조업 기반 도시이다. 지역의 산업 특성을 기반으로 제조혁신 방안을 제시하기 위해 산업 및 현황에 대한 분석이 선행 되어야 하므로 지역내 운영중인 산업단지별 기업현황자료¹⁾를 중심으로 주요내용을 살펴본다. 2016년 기준 총 지역내 515개 업체가 위치하여 있으며 약 323개 업체, 청하농공단지에 19개 업체 그리고 영일만 2,3,4 배후산업단지에 46개 업체, 광명일반산업단지 3개업체, 신흥일반산업단지에 12개 업체, 구룡포 일반산업단지에 12개 업체가 운영되고 있다.

1) 포항테크노파크 정책연구소(2017), 포항지역 기업데이터베이스 현황 분석 자료 활용.



〈그림 1〉 포항지역 산업단지별 기업체 현황

포항지역 가장 많은 업체가 입주해 있는 철강산업단지²⁾를 중심으로 살펴보면 기업형태는 일반법인이 51%로 가장 많았고, 외감 37%, 유가증권 5%, 코스닥 4%, 개인사업자 3%순으로 확인된다. 다음으로 철강산업단지 입주기업의 업력을 살펴보면 20년 이상인 기업이 42%로 가장 많았고, 다음으로 6년-10년이 26%로 나타났고, 16년 이상의 업력이 높은 기업이 57%로 나타난다.

〈표 2〉 포항철강산업단지 기업형태

구분	일반기업	외감	유가증권	코스닥	개인기업	계
기업체수	165	120	16	12	10	323
백분율(%)	51	37	5	4	3	100

2) 포항철강산업단지는 지방산업단지로 1970.4.1. 단지가 조성되었으며, 공식적으로 총면적 400만 평에 342개 공장과 20,000여명의 고용인력을 통한 철강산업의 중심부 역할을 수행하고 있음

〈표 3〉 포함 철강산업단지 기업 업력

구분	1-5년	6-10년	11-15년	16-20년	20년이상	계
기업체수	36	84	19	48	136	323
백분율(%)	11	26	6	15	42	100

철강산업단지내 입주기업들 중 제조업분야가 78%로 가장 높았고, 기타업종은 6%, 원료재생 및 환경복원업은 5%, 운수창고업 5%로 확인되었다. 그리고 각 기업들이 생산하는 제품 및 생산 공정에서의 인증 보유여부를 확인한 결과 인증업체가 10%로 대부분의 중소기업이 생산 설비 시설의 표준화율에서 매우 저조한 상황으로 나타나고 있다.

〈표 4〉 포함철강산업단지 산업분류

구분	제조업	도소매업	하수폐기물 및 원료재생	운수창고	건설	기타	계
기업체수	252	16	16	13	7	19	323
백분율(%)	78	5	5	4	2	6	100

〈표 5〉 포함 철강산업단지 인증보유여부

구분	인증업체	해당사항 없음	계
기업체수	32	291	323
백분율(%)	10	90	100

기업들은 종업원 수 50인 미만의 소기업들이 주를 이루고 있으며, 철강산업단지내 기업들 중 기업 부설연구소를 통한 혁신 역량강화가 가능한 기업들은 9% 미만으로 일반 중소기업들의 자체 R&D 역량이 매우 낮은 것으로 확인된다. 이외 기타 산업단지에서의 상황을 살펴보면 노후화 및 소기업들이 집적되어 있으며,

실제 혁신성은 매우 낮은 것으로 나타난다.

〈표 6〉 포항철강산업단지 종업원수

구분	50명 미만	50-100명	100-200명	200명 이상	계
기업체수	207	71	26	19	323
백분율(%)	64	22	8	6	100

〈표 7〉 철강산업단지 기업부설연구소

구분	부설연구소보유	해당사항 없음	계
기업체수	30	293	323
백분율(%)	9	91	100

선행연구에서 설명했듯이 정부차원 스마트공장 지원사업은 범용적 SW보급사업과 보급성과 맞추기에 급급하여 실제 산업 및 지역차원 특성화와 차별화가 충분치 않음을 지적한 바 있다.

이러한 선행 연구의 내용을 기반으로 포항지역 310개 중소기업을 중심으로 산업적 현황을 조사하여 스마트공장 추진의 기반 환경을 분석하였다. 검토 결과, 선행연구에서 확인했던바와 같이 기업 규모별 업종별 특성 및 수요에 따른 정책 차별화와 업종별 스마트공장 수요분석 결과를 고려한 스마트공장 확대 강화 정책이 지역내 필요한 것으로 나타났다.

스마트공장 추진 여건으로 가장 중요하게 검토해야할 사항은 업종별 기업 분포와 기업의 영업이익률이다. 이를 기반으로 스마트공장에 투자할 규모와 재정 수준을 가늠할 수 있다. 포항지역 중소기업의 경우 전기전자, (비)금속 제조업의 기업수가 많은 편으로 세세분류 업종을 검토하면 금속업종의 경우 금속가공분야 업

체의 수가 많고, 1차 금속과 비금속 제조업과 기업이 다수인 금속 가공 분야는 영업이익이 마이너스일 정도로 투자여력이 없는 상황이다. 그리고 1차 금속 업종은 매출액은 상대적으로 높으나 영업이익이 낮은 편이고, 비금속광물 분야는 매출액 대비 영업이익률이 높은 편으로 확인된다.

아래 <표 8>을 통해 지역의 중소기업 현황을 살펴보면 전기전자제조업종, 기타 기계업종의 기업수가 가장 많고 매출액도 높은 편이나 상대적으로 영업이익은 의료정밀제조 분야가 높은 편으로 이를 고려할 때 1차금속과 비금속 제조업, 전기전자업종 중 기타 기계분야와 의료정밀 분야를 중심으로 스마트공장 시범 사업을 통한 선도모델이 필요한 것으로 분석되었다.

포항 지역내 중소기업의 통계 분석 결과 제조업 기업들의 투자 여력은 없는 것으로 확인되었다. 포항시 제조기업의 대다수를 차지하는 전기전자, (비)금속제조분야 기업의 매출액 대비 영업이익률이 낮은 편이며 연간 영업 이익 역시 두 업종 모두 1억을 하회하는 수준으로 투자 여력을 가지고 있지 못한 상황이다. 이러한 내용으로 볼 때 포항지역 제조업 기업들에게 스마트 공장 공정투자는 큰 리스크와 부담으로 작용할 수 밖에 없는 상황으로 민간투자보다는 적극적인 지자체 투자를 확대하여 민간 투자를 추동하는 노력이 필요한 것으로 확인된다.

특히 지역내 제조업 민간 기업들의 특징을 보면 스마트공장 투자 여력이 충분치 않는 상황이며, 공공부문(창조경제혁신센터 및 포항시 자체 예산, POSCO 등 대중소 기업 협력자금 등) 자금이 매칭되어 추진되어야 초기 투자가 가능한 상황으로 판단된다. 이는 포항시 차원의 적극적인 스마트공장 추진을 위한 부분과 향후 공공분

야에서 진행되는 스마트공장 사업을 추가 유치하고 이를 보급하기 위해서 우선 고려가 요구된다. 또한 지역의 업종 특성을 반영하여 전기전자업종과 (비)금속제조업종에 대한 업종특화형 스마트공장모형을 구축하기 위한 지역에 기반한 추진 전략이 필요하다.

〈표 8〉 포항지역 중소기업 현황

(단위 : 천원)

구분		종업원수	연구인력수	매출액	영업이익
식료품	N	5	32	8	8
	평균	72	-	7,623,794	711,746
섬유의복	N	5	20	6	6
	평균	18	-	1,983,051	59,401
목재인쇄	N	10	32	13	13
	평균	16	-	3,652,632	113,587
석유화학	N	13	29	9	9
	평균	26	0	5,004,017	116,937
의료고무	N	4	32	2	2
	평균	17	1	1,041,661	48,602
금속제조	N	110	380	116	116
	평균	31	0	7,834,805	80,751
전자전기	N	150	439	144	144
	평균	16	0	2,565,940	70,591
자동차 운송	N	10	47	14	14
	평균	30	0	5,639,607	192,664
기타제조	N	3	60	6	6
	평균	6	-	258,258	1,117
제조업 합계	N	310	1,071	318	318
	평균	23	0	4,799,777	97,210

자료 : 포항테크노파크 정책연구소 (2016) 조사자료 활용하여 분석

2) 지역 중소기업 기술수요 및 스마트공장 보급 현황

포항지역 중소기업의 애로기술요인³⁾을 살펴보면 포항산업과학연구원 민·산·관 기술협력사업과 포항테크노파크 기술수요조사서를 바탕으로 2016년 기준 3년간의 데이터를 통해 지역 중소기업 애로 기술을 분석한 결과 기존제품개선 41%, 신제품개발 39%, 공정개선 18%, 기타 1% 순으로 나타났다. 다음으로 지역의 중소기업 중 소재분야 기업들을 중심으로 살펴봤을 때 신제품 개발이 39%로 가장 높았으며, 공정개선 32%, 기존제품개성 29% 순으로 나타났다.

지역내 중소기업의 역량강화를 위한 기술지원 사업들이 다양하게 수행되고 있으나, 여전히 기업의 공정개선과 부품불량, 제품개발 분야의 지속적 지원과 단계별 체계화된 지원시스템의 구축이 필요한 상황이다.

〈표 9〉 포항 중소기업의 애로기술

구분	신제품 개발	기존 제품 개선	공정 개선	기타	계
기업체수	47	50	21	2	120
백분율(%)	39	41	18	2	100

〈표 10〉포항 소재분야 기업의 애로기술

구분	신제품 개발	기존 제품 개선	공정 개선	기타	계
기업체수	47	35	38	-	120
백분율(%)	39	29	32	-	100

자료: 포항산업과학연구원 포항 민·산·관 기술 협력위원회 사업추진 계획, 포항테크노파크 기업지원실 미래전략팀의 포항기술장터 기술수요조사서 2016년 기준 3년치 추정자료 활용 재분석

3) 포항지역은 포항시와 포항상공회의소 그리고 RIST가 기술개발 자금을 지원하여, 중소기업의 애로기술 지원을 위한 다양한 연구를 수행하며, 중소기업의 지원시책으로 지역내 기술장터를 매해 개최하여 전국의 R&D기관과 대학의 우수한 기술의 활용이 가능하도록 지원하고 있음.

포항지역 중소기업 중 철강관련 기업들의 기술수요조사 결과 표면처리 기술에 대한 수요가 55%로 가장 높았으며, 두 번째로 금속재료 기술에 대한 수요는 28%, 세 번째로 주조/용접 10%로 나타났다⁴⁾. 이러한 분석 데이터를 통해 살펴본 결과 철강기업의 기술 수요가 가장 높은 표면처리의 경우, 열처리기술, 부/방식기술 등 중소기업의 R&D역량의 한계에 의한 기술지원의 시급함이 확인되었고, 금속재료의 경우 재료분석/평가 기술 및 재료공정기술 분야의 기술수요를 통해 철강산업에서 제조혁신의 요구가 높은 분야임을 확인할 수 있다.

지역 중소기업중 소재기업을 중심으로 분석한 결과 신제품 개발을 통한 신시장 개척과 비용절감을 위한 스마트제조 혁신이 필요한 것으로 나타났다.

〈표 11〉 포항지역 소재기업 중심 기술수요조사

구분	지원내용	예상효과
신제품 개발	· 제조, 기계관련분야, 건설장비, 선박, 엔진, 기타 신규 ITEM · 산업기계, 공정 자동화 기술, 정밀 기계 가공 기술 · 전기 자동차 등 미래형 기계 관련 부품 및 금속	· 신시장개척 · 비용절감
기존제품 개선	· 초정밀 금형기술 · 금속표면처리제 기술 · 해양플랜트 특수 너트와 볼트 · 경량복합재료개발	· 제품 성능 향상 · 신시장개척
공정개선	· 내마모성, 고강도 용해로 및 주조 · 대형 절단 Taper 형상 제조방법 · 부식시험테스트	· 제품 성능향상 · 비용절감

출처 : 포항산업과학연구원 포항 민·산·관 기술 협력위원회 사업추진 계획, 포항테크노파크기업지원실 미래전략팀 포항기술장터 기술수요조사서 2016년 기준 3년치 추정자료 기반으로 정리 분석한 자료

4) '소재부품 에로기술 지원 사업(재료연구소)2014년~2016년 기준 소재관련기업체 에로기술은 총 2,011건으로 확인.

앞서 포항 중소기업의 규모와 영업이익을 분석을 통해 지역 기업 스스로 스마트 공장 투자의 여력과 기회가 많지 않음을 확인할 수 있었다. 또한 기술수요를 검토하면 공정형 소재산업이 다수를 차지하는 포항지역 기업의 특성을 볼 때 생산환경 개선을 위한 공정혁신 차원의 스마트공장 도입 필요성도 부각되는 상황이다. 이러한 시장 실패의 상황에서 정부와 지자체 차원의 스마트공장 지원은 기업 투자의 부족의지를 보완할 수 있기에 중요한 정책수단이 될 수 있음으로 판단된다.

하지만 여전히 정책적으로 볼 때 포항지역 중소기업에 대한 스마트공장보급지원 사업은 지원 기업수가 작고, 수준도 낮으며 지역의 특성화는 부족으로 확인된다. 특히 포항 중소기업의 스마트공장 보급사업은 포항 창조경제혁신센터를 중심으로 진행되었으며, 총 사업비는 기업당 2천만원 수준의 소규모로만 일괄 지급되었기에 기업 특성에 맞게 지원되지 못했고, 그에 따라 특화되거나 시범 기업이 될 정도로 체계화되어 이루어지지 않았다.

이러한 스마트공장 지원은 업력 3년이상 전체 기업을 대상으로 하고 있으며, 지원된 스마트공장의 도입 시스템은 다양한 편이나 목표수준은 대부분 기초, 중간1 수준으로 초기 스마트공장 시스템을 도입하는 기업이 다수를 차지하고있다. 이는 기업의 수준별 지원이 아니라 초기 보급형태로 지원한 것을 확인할 수 있다.

따라서 현재의 보급 수준을 보면 스마트공장이 지향하는 자동화-정보화로의 공정 개선보다는 자동화 정보화를 추진하기 위한 정보시스템의 일부 SW를 설치한 수준에 불과하다. 제한된 형태의 스마트공장 보급사업은 당장의 공정개선과 불량률 감소 등의 효율성을 높이는 지원이 아니라 공정 현황을 확인하는 등의 공정

관리 수준을 조금 높여주는 것에 불과한 것으로 파악되었다. 이러한 보급사업은 기업의 성장 발전과는 관련성이 낮은 공정 분석용 SW 설치 수준의 지원책이라 할 수 있다.

〈표 12〉 포항시 소재 스마트공장 보급 현황

순번	도입시스템	목표수준	지원금액(백만원)
1	현장자동화와 공장운영	기초수준	20
2	현장자동화와 공장운영	기초수준	20
3	기업자원관리	중간수준1	20
4	도면, 소스생산 보안관리	기초수준	20
5	생산현장 공정자동화 시스템	중간수준1	20
6	재고관리시스템	기초수준	20
7	도면관리 및 자재관리시스템	기초수준	20
8	자재관리시스템	기초수준	20
9	자재관리시스템	기초수준	20
10	자재관리시스템	기초수준	20
11	스마트ERP시스템	중간수준1	20
12	안전 및 생산현장 스마트앱 시스템	중간수준1	20
13	재고관리시스템	기초수준	20
14	공장에너지관리시스템	기초수준	20
15	현장자동화와 공장운영 기업자원관리	중간수준1	20
계			300

자료: 2016 포항창조경제혁신센터 스마트공장지원사업 추진현황

〈표 13〉 스마트공장 솔루션 보급 지원분야

지원	대표 솔루션	지원내용	예상효과
현장 자동화 · 공장 운영	MES	솔루션 및 연동 디지털 자동화장비	품질 개선, 생산성 향상
제품개발	PLM	솔루션 및 연동 CAD/CAM 등	설계 개발 리드타임 단축
에너지관리	FEMS	솔루션 및 연동 자동화 관리	에너지 절감
공급사슬관리	SCM	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템	납기 준수율 향상
기업자원관리	ERP	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템	업무프로세스 개선

출처: 민관합동스마트공장추진단(2015)

4. 연구방법 및 분석결과

1) 연구방법

4차 산업혁명시대 자원의 효율적 결합과 활용 그리고 생산인력의 변화와 신흥국의 약진 등의 대내외적 환경변화는 대다수 중소중견기업의 공정혁신 및 스마트공장으로의 변화에 중요한 위기이자 기회 요인으로 작용하고 있으며 이에 따라 지역적 차원에서의 방향성과 내용을 확인해 볼 필요성이 있다.

앞서 확인했듯이 포항 지역 중소기업의 경우 부족한 투자 여력에 불구하고 경제환경 변화 등으로 공정 개선의 기술수요의 지가 있었으나 이를 메워줄 스마트공장과 관련한 정부지원은 여

전히 부족하고, 체계적이지 못한 상황으로 나타난다.

본 연구는 중화학공업기반의 기초지자체의 특성을 통해 지역여건과 기업의 상황을 중심으로 과연 지역차원에서 어떠한 특성화된 스마트공장의 정책적 방안이 필요한가를 도출하고자 한다. 먼저 포항지역의 철강산업단지를 중심으로 조사한 1차적 자료를 분석한 후 다음으로 지역 중소기업을 대상으로 스마트공장 도입에 관한 설문조사를 시행하였다.

연구조사의 목적은 포항 지역기업들의 스마트공장 구축을 위한 기업수요 및 현황을 조사하여, 기업이 필요로 하는 스마트공장의 유형을 분류하고, 기초적인 자료와 지역 기업들의 R&D현황, 인력수요에 대한 기초자료로 활용하고자 진행하였다. 조사 대상은 포항 지역에서 가동 중인 기업체로 조사 기간은 2017. 12.~2018. 01.(2개월)로 조사 내용은 기업체 일반현황(연혁, 업종, 매출액, 성장단계, 법정유형, 표준산업업종, 인력현황)과 기업체 연구 개발 현황 및 기술이전, 스마트 공장 및 관련 지원 사업에 대한 인식과 필요성, 기업 인력수요 및 산학협력 필요성, 신규산업 진출을 위해 정부지원이 필요한 분야 등이 포함된다.

다음으로 분석 방법은 SPSS를 활용해 통계분석(빈도분석, 평균값 등)을 시행하였고, 설문조사 방법 및 절차는 포항에서 운영 중인 기업체 CEO/임원을 대상으로 직접 회수되었다. 설문지 회수현황은 총 300부의 설문지를 배부하여 121부의 설문지가 회수되었고, 불성실한 설문응답 제외하고, 최종 분석 사용 설문지는 103부가 연구자료로 활용되었다.

본 연구를 통해 현재의 스마트 공장 구축의 현황과 포항지역의 산업적 여건을 통한 지역의 특성을 확인하고, 지역내 기업들

의 설문자료로 산업구조 고도화와 효율성을 위한 정책적 방향성과 차세대 생산혁명에 대비한 지역 차원의 준비와 산업적 측면에서의 변화에 대비하고자 한다.

2) 분석결과

포항 지역기업들의 스마트공장 구축을 위한 현재 상황과 방향성을 확인하기 위해 기업수요 및 현황을 조사하고, 기업이 필요로 하는 스마트공장의 본격적 추진에 국가적 지역적 차원의 준비가 필요함을 제시하고자 한다. 현재 포항지역에 업체를 운영중인 중소기업업체 103개 기업을 대상으로 분석한 결과는 다음과 같다.

설문자료를 통한 표준산업업종별 특성을 확인한 결과 기계장비산업이 22.3%로 가장 많았으며, 1차 금속 11%, 조립금속과 화학 각 9.7%로 대부분의 기업이 제조업을 기반으로 하는 산업으로 확인된다. 그리고 기업의 성장단계에 대한 응답에서는 47.6%가 성장기에 놓여있으며, 진입기, 성숙기는 동일하게 22.3% 응답하였고, 법정유형에서는 소기업이 85.4%로 나타났다.

기업들의 경우 주요생산품에 대한 응답에 있어서, 44.7%가 소비재 혹은 최종재를 생산한다고 응답하였고, 다음으로 32.0%가 부품/반제품/중간재를 생산하는 것으로 확인되었다. 신규 사업의 추진은 29%가 추진하고 있으며, 27.2% 추진하지 않고 있으며, 43.7%는 추진예정중인 것으로 나타난다.

아래 <표 14>에서 지역내 중소기업의 운영 애로사항을 살펴보면 현장환경 개선이 전체 27%로 가장 높게 나타났고, 인재채용에 대한 요구 24%, 기업의 안정적 자금 확보를 위한 투자유치

확대가 20%로 확인되었다. 그리고 기업의 경영활동과 관련한 경영지원을 위한 정보요구가 18%로 높음에 따라 포항 지역내 경영컨설팅지원 및 다양한 협력네트워크가 원활하지 못한 것으로 나타났다.

〈표 14〉 지역내 중소기업들의 경영여건의 어려움

구분	인프라	산학협력 활동	현장환경 개선	투자유치	인재채용 여건	운영지원 정보제공	합계
소기업	8	2	23	18	19	18	88
중견중 소기업	-	-	6	3	6	-	15
합계	8(8%)	2(2%)	28(27%)	21(20%)	25(24%)	18(18%)	103

다음으로 〈표 15〉의 지역내 중소기업의 혁신화 과정의 어려움을 살펴보면 기술개발을 위한 지역내 인력부족이 27%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 기술개발 자금의 부족이 24%로 확인되었다. 그리고 기술개발의 정보부족이 15%, 기술개발 설비 및 장비 부족의 문제가 12%로 나타남에 따라 지역내 기업들의 R&D 지원기관들의 지원 체계가 단편적이고 통합적 지원이 이루어지지 않고 있다. 또한 지역내 17개 R&BD기관들이 있으나 지역 중소기업들의 수요조건에 부합되는 눈높이로 진행되지 못하고 있으며, 혁신화 지원과정에서 기업들의 수요와 공급의 불균형 상태임을 확인할 수 있다.

〈표 15〉 지역내 중소기업들의 혁신화 과정의 어려움

구분	기술개발 자금부족	기술개발 인력부족	기술개발 정보부족	기술개발 설비 및 장비부족	기술개발 경험부족	자금 조달 및 세계지원 방안	미응답	합계
1순위	30	37	17	9	4	6	-	103
2순위	20	19	14	16	14	12	8	103
합계	50 (24%)	56 (27%)	31 (15%)	25 (12%)	18 (9%)	18 (9%)	8 (4%)	206

스마트 공장 및 ICT적용에 관한 현재 수준에 대한 설문에서 56.3%의 기업이 미적용 단계로 확인되었고, 19.4%의 기업이 기초단계라고 응답하였다. 또한 향후 계획에 대한 부분에서는 도입단계와 기초단계로 계획하고 있다는 기업이 각각 28.2%, 중간단계로 계획 중이라 응답한 기업이 24.3%로 나타났다. 스마트팩토리 ICT 적용의 현 수준 중간단계가 5.8%에서 향후 계획이 24.3%로 급격히 높아지는 결과는 향후 지역 중소기업들이 제조혁신의 변화에 적극적으로 참여해야한다는 상황적 인식과 의지를 반영한 결과로 볼 수 있다.

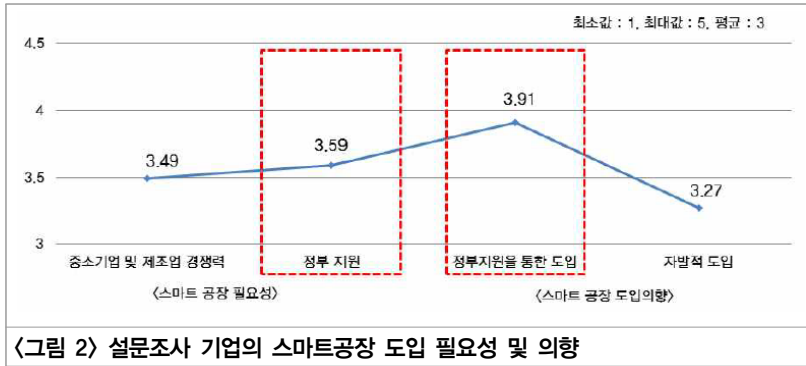
〈표 16〉 스마트팩토리 ICT적용의 현재수준

구분	미적용단계	도입 단계	기초단계	중간 단계	고도화 단계	계
기업체수	58	181	20	6	-	102
백분율(%)	58.3	17.5	19.4	5.8	-	99%

〈표 17〉 스마트팩토리 ICT적용 향후계획

구분	미적용단계	도입 단계	기초 단계	중간 단계	고도화 단계	계
기업체수	10	29	29	25	9	102
백분율(%)	9.7	28.2	28.2	24.3	8.7	99%

스마트 공장의 필요성과 도입 의향에 대한 설문에서는 스마트 공장 도입을 위해 정부의 지원이 필요하다가 3.59로 나타났고, 스마트 공장을 통하여 중소기업 및 제조업의 경쟁력 강화가 필요하다는 의견이 3.49로 평균 3을 상회하고 있다. 그리고 스마트 공장 도입 의향에 대한 응답에서 정부의 지원이 있을 경우에 도입할 의향이 있다가 3.91로 높게 분석되었고, 자발적인 도입은 3.27로 확인된다.



기업들이 스마트 공장을 도입하지 않는 이유에 대한 설문에서 유지보수/사후관리의 어려움이 22.3%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 비용부담(20.4%), 지속적 업그레이드 부담(16.5%)의 순으로 나타났다. 이는 기업들이 향후 수익성 악화로 투자를 꺼리는 상황임을 확인할 수 있다.

〈표 18〉 포항지역 중소기업 스마트 공장 미도입 이유

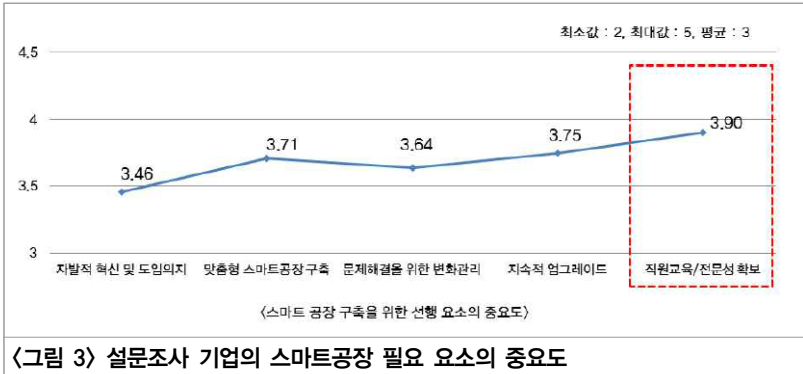
구분	성과에 대한 확신부족	유지보수/사후관리 어려움	지속적 업그레이드의 부담	직원들의 낮은 수용성	전문인력 확보의 어려움	시스템 운영의 어려움	비용부담	계
기업체수	16	23	17	4	6	13	21	102
백분율(%)	15.5	22.3	16.5	3.9	7.8	12.6	20.4	99%

지역내 스마트 공장 도입을 통해 도움이 되는 분야에 대한 우선순위에서 1순위로 품질 개선이 33개로 가장 높았으며, 2순위로는 비용절감이 26개로 확인됨에 따라 전체 순위 합계로 보면, 품질개선이 51개로 가장 높고 다음으로 생산성 개선이 46개인 것으로 나타났다. 현재 포항 지역 제조기업의 경쟁력 약화의 상황을 보여주며 품질 및 생산성 개선이 필요한데 그 방법을 못찾고 있는 상황임을 확인할 수 있다.

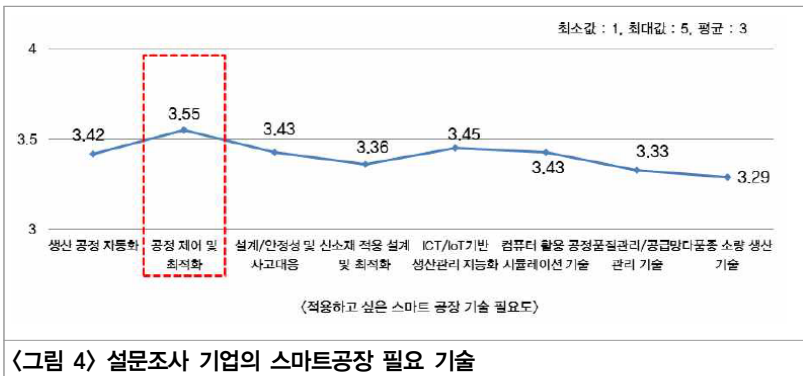
〈표 19〉 포항지역 중소기업 스마트 공장 도입시 도움분야

구분	1순위	2순위	합계(1,2순위)
생산성 개선	29	17	46
품질개선	33	18	51
납기단축	-	7	7
비용절감	16	26	42
시제품제작(생산품목수 증가)	8	4	12
혁신마인드 제고, 방법 제시	5	9	14
근로환경개선, 생산문제 해결	5	11	16
직원만족도 증가	3	4	7
양질의 일자리 창출	3	3	6

스마트 공장 구축을 위한 선행요소의 중요도에서 스마트 공장의 운영을 위한 직원 교육/전문성 확보(3.90)가 가장 중요한 것으로 나타났고, 다음으로 지속적인 업그레이드가 3.75로 중요하다고 응답하였다. 또한 전체적인 항목에서 3.0을 상회하는 결과가 도출되어 매우 중요한 요인으로 확인된다. 실질적으로 단순 제조 인력이 아닌 ICT 분야를 이해하는 공정 제어 인력 및 전산인력이 필요한데 이에 대한 수요가 큰 상황에서 향후 지속적 전문화된 인력공급이 스마트공장 도입에서 중요한 사항으로 확인된다.



스마트 공장의 적용기술에 대한 필요성에서 공정제어 및 최적화가 3.55로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ICT/IoT기반 생산관리 지능화 3.45, 설계/안정성 및 사고 대응 3.43의 순으로 확인된다. 지역내 중소기업들은 공정개선과 더불어 설비 운영의 안전성분야의 필요도가 높음을 알 수 있다. 이는 중화학공업 분야의 특성상 산업안전의 중요성에 기인하며, 특히 지역내 인력의 전문화 및 기술적 지원과정에서의 중요도가 높은 사항임을 나타낸다.



5. 결론 및 정책적 함의

국내 중화학공업 중심의 산업도시들이 직면한 제조업 위기의 상황을 감안할 때 본 연구 결과는 포항을 비롯한 산업도시들을 중심으로 우선적으로 스마트공장 지원이 체계적으로 진행될 필요가 있음을 시사한다. 특히 포항 지역 중소기업들이 품질 및 생산성 향상에 대한 위기의식을 가지고 변화를 고민하고 있기 때문이다.

포항지역 기업을 대상으로 진행한 설문조사에 대한 결과는 명확하다. 글로벌 경제의 어려움으로 인한 수출기반형 지역 제조업의 위기는 심화되고 있고, 이를 위해 기업들은 제품과 생산성 향상을 위한 자구적인 노력을 진행하고 있는 상황이다. 그러나 여전히 기업들의 수익성이 낮아 자체적 투자 여력이 없고 전문 인력도 부족하여 제조 혁신의 방법을 못 찾고 있는 현실이다. 4차 산업혁명이라는 변화의 과정에서 스마트공장이라는 새로운 지원 프로그램이 시행되었으나 기업들은 비용부담과 성과에 대한 확신의 부족으로 선뜻추진하기 어려운 문제에 놓여있다. 여기에 대한 해답을 제시해야할 정부의 스마트공장 보급 사업은 제한적이고 특성화를 고려하지 못한채 진행되고 있다.

본 연구를 통해 포항지역 뿐 아니라 우리나라의 대표적인 산업도시인 울산, 창원, 김해 등의 산업도시들도 비슷한 상황이 전개되고 있는 것을 알 수 있다. 포항 지역을 중심으로 맞춤형 스마트공장 지원책을 제안하기 위한 현황분석과 기업조사 자료를 통해 다음과 같이 정책 함의점을 새롭게 제시하고자 한다.

첫째, 포항시는 경북도 등 광역지자체와 협력하여 지역 특화형 스마트공장 지원 플랜의 구축이 필요하다. 앞서 검토했듯이 포항시 소재 중소기업의 현황과 기업 수요, 기업 투자 여력 등을 고려하여 지역 내 업종별, 기업 규모별 특성과 수요에 따라 정책 차별화를 추진할 필요가 있다. 예를 들어 포항지역 대표 업종인 전기전자 제조업종, 기타 기계업종의 경우 매출액도 높은 편이나 상대적으로 영업이익은 낮아 일반적인 보급사업에 적합하고, 반면에 의료정밀제조분야가 영업이익도 높고 성장가능성이 높은 분야의 경우 민관 공동 투자를 통해 지역 대표 스마트공장 시범 사업으로 육성할 가치와 필요성이 높다. 이 경우 시범 공장에 대한 투자는 일반적인 보급 사업 규모를 뛰어 넘는 대규모의 투자가 필요하며, 4차 산업혁명에 대비한 지역의 산업다각화 전략으로 기여도가 높을 것으로 확인된다.

다음으로 영업이익율이 낮은 금속소재분야 업종의 경우 스마트공장 투자 여력이 부족한 기업이 많기 때문에 당장의 보급사업에 참여할 것이 아니라 스마트공장 설치를 위한 사전 컨설팅 및 교육 지원을 중심으로 사업을 추진할 필요가 있다. 전반적인 스마트공장에 대한 이해도를 높이고, 현장여건을 마련한 후 스마트공장 보급이 순차적으로 이루어져야 한다.

둘째, 포항지역의 기업협의체, 업종별 협동조합 등 지역내 기업 중간조직을 통한 업종별 특성에 맞는 스마트공장을 업계 자발적으로 개발하고 이를 보급하는 방식으로 전환하는 전략을 마련해야 한다. 이는 민간주도 스마트공장의 자발적 보급이 필요한 상황으로 예를 들어 '대구경북금형협동조합'의 경우 자발적 스마트공장 모델개발 연구회를 구성하여 운영하는 등 민간 차원의 자

발적인 보급 확산을 추진하고 있는 사례가 있다. 이러한 사례를 검토하여 포항지역내 기업 중간조직을 활용하여, 업계 중심의 자발적인 스마트공장 모델 개발과 추진 방향성의 제시가 무엇보다 중요한 상황이다.

정책적으로도 이러한 바텀업(Bottom-up) 방식의 자발적인 기업 중간조직들의 활성화를 통해 지역내 중소기업들의 업종 특성에 맞는 스마트공장 모델구축을 위한 준비가 필요한 시점이다. 특히 지역거점기관으로 포항테크노파크 등 기업지원기관들이 기술 개발 및 성과측정 등의 전문적인 연구개발 지원도 병행 할 수 있도록 역할을 확대해 나가야 할 것이다.

셋째, 스마트공장 보급에 있어 가장 중요한 행위자는 스마트공장 IT 솔루션 공급사의 중요성이다. 지역내 기업들의 혁신화 역량이 낮은 상황에서 IT 솔루션을 보급하는 기업과 보급을 희망하는 지역 중소기업간 연계 및 협력 강화가 무엇보다 필수적이다. 이를 통해 지속적인 사후관리와 컨설팅지원이 진행되어야만 설치된 스마트공장 설비 등이 제대로 작동하고 안정적으로 운영될 수 있다. 아쉽게도 포항시에는 이러한 스마트공장 IT 솔루션 공급사가 전무한 상황으로 대부분이 수도권 및 대구 지역에 분포하고 있다.

결과적으로 수도권에 분포된 스마트공장 IT 솔루션 공급사 중 우수 기관을 포항에 유치하는 것이 우선적으로 필요하다. 이를 위해 지역 차원의 자체 수요조사와 시장 규모를 가늠할 수 있는 체계적인 실태 조사를 진행할 필요성이 높다. 충분한 지원 수요가 있어야만 수도권내 양질의 스마트공장 IT 솔루션 공급사가 포항 지역에 분소를 낼 수 있을 것이다. 그간 일부 스마트공장 IT 솔루션 공급사가 포스코 등 대기업을 겨냥해 분소를 냈지만 포스코

자체 추진역량이 강화되면서 많은 기업들이 수도권으로 돌아간 상황이다.

중장기적으로 포항 지역 출신을 중심으로 스마트공장 IT 솔루션 경력자 대상의 지역 내 창업을 장려할 수 있는 지원책이 마련되어야 한다. 이는 지역내 소재하는 스마트공장 IT 솔루션 공급사의 창업을 확대하는 것이 장기적으로는 가장 적합한 모델이다.

마지막으로 포항 지역은 대기업과의 협력을 통한 공급가치사슬을 고려한 스마트 공장 지원 프로그램 마련되어야 한다. 현재의 분절적인 개별기업 단위 지원으로는 전체적인 제품 경쟁력 강화에는 한계가 있다. 포항지역 공급가치사슬 연계 강화를 위한 공급기업-뿌리기업-수요기업 간 공동참여형 스마트공장 신규지원 프로그램의 추진이 필요하다. 예를 들어 공급가치사슬을 고려할 때 신규 프로그램의 지원방안을 예시하면 공급기업의 경우 원부자재 관리 및 금형 수명관리시스템 등 솔루션의 지원과 수요기업-유통기업 간 연계지원은 ERP/CRM 등의 솔루션 연계 지원 등이 체계화 될 것으로 판단된다. 이러한 공급가치사슬을 고려한 대중소기업간 공동보급 지원을 통해 포스코 등 대기업과의 실질적인 상생협력 체계를 구축하고 제품 생산성 향상이라는 실질적인 기업들의 목표 달성에도 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강지연(2015), 「중국제조 2025」, 『산업연구원』 .
- 관계부처 합동(2016.12.27.), 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」.
- 김상윤·이은창, 「한국 제조업 First Mover 전략」, POSRI, 2015.04, 『포스코경영연구원』 .
- 김석관 외(2017), 「4차 산업혁명의 기술 동인과 산업 파급 전망」, 『과학기술정책연구원』 정책연구 2017-13
- 김세중·홍성철(2011), 「영세소기업 편중현상 분석 및 개선방안에 대한 연구」, 『중소기업연구원』 .
- 김승택·윤주성·구정인(2015), 「제조업의 정보통신 기술 적용 산업실태 및 활성화 방안 연구」, 『한국생산기술연구원』 .
- 나준호·최드림(2016), 「미국 독일 일본의 스마트 공장 전략」, 『LG경제연구원』 .
- 대한상공회의소(2014.10), 스마트공장 참조모델
- 민관합동스마트공장 추진단(2015). 『스마트공장 보급·확산을 위한 업종별 참조모델(Ver 1.0)』, 스마트공장추진단.
- 민관합동스마트공장 추진단(2016), 스마트공장 우수 사례집.
- 박문수(2015). 「뿌리산업 중소기업의 스마트공장 활성화 방안 보고서」, 『중소기업중앙회』 .
- 박유리·이경신·김규남·이대호·이은민(2014), 「ICT활용을 통한 제조업 혁신방안 연구」, 『정보통신정책연구원』 .
- 산업연구원(2018), 「스마트공장 산업의 한·중 비교와 정책적 시사점」, 산업포커스 , 『산업연구원』 .

- 산업일보(2015.03.20.), 「'제조업 혁신 3.0' 2024년 제조업 4강 도약」.
- 산업통상자원부(2014.), 『제조업 혁신 3.0 전략』, 산업통상자원부.
- 산업통상자원부(2017.4.20.), 「2025년까지 스마트공장 3만개 구축으로 4차 산업혁명 선도」, 산업통상자원부 보도자료.
- 스마트공장 고도화기술개발, 산업통상자원부 임베디드 SW 발표자료.
- 양현림·장태우 (2016). 「학술지 초록 분석을 활용한 국내 스마트공장의 연구 트렌드 탐색」, 『대한산업공학회 추계학술대회 논문집』, 412-424.
- 오지윤 (2015), 「우리나라 제조업 부문의 사업체간 자원배분 효율성 추이 및 국제비교」, KDI 경제전망, 『한국개발연구원』.
- 유승록(2018), 「포스코-포항 상생협력 포럼 발표자료집」, 『포항시청』.
- 이규택(2017), 한국 제조업의 현재와 미래, 산업통상자원부 R&D전략기획단 발표자료
- 이재형(2012), 「영세사업자의 실태」, KDI FOCUS 제20호, 『한국개발연구원』.
- 이철용(2015), 「제조 대국에서 제조 강국으로」, LG Business Insight, 『LG경제연구원』.
- 장윤중·김석관 외(2017), 「제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응 방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제」, 경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서 17-19-01.
- 조수영(2015), 「중국제조 2025 문건의 내용 및 평가」, KIEP북경사무소브리핑 Vol. 18, No.9, 『대외경제정책연구원』
- 조용현·홍충기·이미순(2015), 「중소기업 가치창출 패러다임 변화와 미래지원체계 연구」, 『중소기업연구원』.
- 최해옥·최병삼·김석관(2017), 「일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점」, 동향과 이슈 30, 『과학기술정책연구원』.
- 포항상공회의소(2018.7), 「포항지역 기3/4분기 기업경기조사자료」

- 정연태·김도경 외(2015), 「포항시 R&D경쟁력 분석」, 『포항테크노파크 정책연구소』.
- 김재광·최상민 외 (2016), 「포항지역 기업데이터베이스 구축을 위한 수요 조사」, 『포항테크노파크 정책연구소』.
- 김은영·최상민 외(2017), 「스마트공장 구축을 위한 기업수요조사」, 『포항테크노파크 정책연구소』.
- 김은영·박문수 외(2017), 「포항시 4차 산업혁명 대응전략 방안」, 『포항테크노파크 정책연구소』.
- 함형준(2017). 「ICT 기반의 스마트 공장 구현을 위한 정책연구」. 『e-비즈니스연구』, 18(6), 363-380.
- 홍재근(2016.12), 「제조기업의 생산성 고도화 지원방안 연구: 제4차 산업혁명 시대를 맞이하는 영세 제조기업을 중심으로」, 『중소기업연구원』.
- Chanmo Jun, Ju Yeon Lee, Joo-Sung Yoon, Bo Hyun Kim(2017), “Applications’ Integration and Operation Platform to Support Smart Manufacturing by Small and Medium-sized Enterprises”, *Procedia Manufacturing* Vol. 11, 1950-1957.
- Cordes, F. and N. Stacey(2017), “Is UK Industry ready for the Fourth Industrial Revolution?”, *The Boston Consulting Group*.
- Diederik Verzijl(2014), “Smart factories crowdsourced manufacturing”, *Business innovation observatory*, European Union.
- Gavriel Avigdor(2014), “Trend report”, *Business innovation observatory*, European Union.
- Henning Kagermann, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Günther Schuh, Wolfgang Wahlster (Eds.)(2014), “Industry 4.0 in a Global Context”, *Germany Trade & Invest*.

- Malte Brettel, Niklas Friederichsen, Michael Keller, Marius Rosenberg (2014), “How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective”, *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Information and Communication Engineering* Vol:8, No:1, 2014.
- Moeuf, Alexandre, Pellerin, Robert, Lamouri, Samir, Tamayo-Giraldo, Simon, Barbaray, Rodolphe (2018), “The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0.”, *International Journal of Production Research*. Feb 2018, Vol. 56 Issue 3, p1118-1136.
- MSF 홈페이지, <http://www.msf-technik.de>
- OECD (2016), Enabling the next production revolution.
- Shang Jiantao (2015), VAMA's smart factory changes automotive steel production, *ICT Insight* Issue 13.
- SMLC 홈페이지, <https://smartmanufacturingcoalition.org>
- WEF (2015.1.), Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services, *World Economic Forum*.
- Yasuyuki Nishioka (2015), “Through IoT, Japanese factories connected together”, *METI Journal*.

논문 투고일	2018년 6월 10일
논문 수정일	2018년 7월 7일
논문 게재 확정일	2018년 7월 27일
