

스마트공장 도입환경이 기업성과에 미치는 영향에 관한 연구: 인천지역 중소기업을 중심으로

이춘섭[†] · 유우식

인천대학교 산업경영공학과

A Study on the Effect of SMEs Performance According to the Smart Factory Introduction Environment: Focusing on SMEs in Incheon

Choonseop Lee · Woosik Yoo

Department of Industrial and Management Engineering, Incheon National University

This paper was conducted for Small and Medium-sized Enterprises(SMEs) that have introduced a smart factory, and analyzed the SMEs performance results according to various smart factory introduction environments. As the performance indicators of this study, the level of smartization, satisfaction level, and sales growth rate were selected. And as environmental factors, which are independent variables, selection evaluation factors, business size factors, market factors, technology transaction factors, management and operation factors, surrounding environment factors, and policy support factors were selected. In the meantime, there have been many papers that have studied SMEs performance following the introduction of smart factories, but in specially, this study tried to verify the performance according to introduction factors more extensively. Also, differentiated from other studies, the difference in smartization level before and after smart factory introduction was selected as a measurement index as a dependent variable. The results of this study are expected to be used in various ways to establish policies for smart manufacturing innovation, including smart factories, in the future.

Keywords: Smart Factory, SMEs, Performance Analysis

1. 서론

무한경쟁의 글로벌 경쟁환경 하에서 세계 각국은 국가의 주요 산업과 기업육성을 위해 다양한 정책적, 경제적 지원노력을 기울이고 있으나 최근 들어 기업들의 경영환경은 더욱 악화되고 있다. 2019년도에 발생한 코로나19 팬데믹, 2022년 2월에 발발한 러시아-우크라이나 전쟁은 우리 중소기업들이 과거에 경험하지 못한 수준의 높은 인플레이션과 이에 따른 고금리, 고환율, 고물가 등을 겪게 되면서 더욱 어려운 국면에 처해 있다.

이와 같은 어려움을 극복하고 산업경쟁력을 강화하기 위해

선진국들은 특히 제조업 경쟁력 강화를 위한 다양한 정책을 시행하고 있다. 독일의 인더스트리 4.0(Industrie 4.0) 전략, 미국의 AMP(Advanced Manufacturing Partnership) 프로그램, 중국의 제조2025, 일본의 산업재흥플랜 등은 그 대표적인 사례라 하겠다.

우리나라 정부도 2014년도에 ‘제조업혁신 3.0 전략’을 발표하면서 제조기업 스마트화를 위한 주요 정책으로 2020년까지 스마트공장 1만개 보급 정책을 추진하기 시작했으며, 2018년도에는 그동안의 미흡한 점을 보완한 ‘중소기업 스마트 제조 혁신 전략’을 발표하면서 보급목표를 2022년까지 3만 개로 상향조정하였다(Jung *et al.*, 2019).

[†] 연락처 : 이춘섭, 22012 인천광역시 연구수 아카데미로 119(송도동) 인천대학교 산업경영공학과, Tel: 032-260-0601

Fax: 032-260-0890, E-mail: bbrlee@itp.or.kr

2022년 12월 8일 접수; 2023년 1월 5일; 2023년 2월 8일 수정본 접수; 2023년 02월 21일 게재 확정.

참고로 2021년 말 기준 우리나라에서는 25,039개사에 스마트공장이 보급된 것으로 조사되었다(Jung et al., 2019). 인천의 경우에는 총 1,622개사에 스마트공장이 보급되었으며, 이는 인천지역 공장등록기업 12,672개사의 약 12.8% 수준으로 아직도 대다수 기업들은 스마트공장을 도입하지 못하고 있음을 보여준다. 또한 스마트공장을 도입한 인천기업의 76.7%가 기초단계에 머물러 있어서 인천지역 중소 제조기업의 스마트화 수준 제고를 위해서는 정부 및 기업 스스로의 더 많은 관심과 노력이 필요한 실정이다.

더욱이 아직도 많은 기업들은 스마트공장에 대한 이해도가 매우 부족한 것으로 조사되었다. 한국과학기술기획평가원이 2017년도에 시행한 중소기업 스마트제조 설문조사 결과를 살펴보면, 500개 조사업체 중 53%만이 스마트제조 개념을 인식하고 있었으며, 단지 20.2%의 기업만이 정부지원 사업에 대해 인지하고 있는 것으로 나타났다(Goo et al., 2018).

한편, 스마트공장에 대한 관심도가 높아지면서 관련 성과분석에 대한 연구가 다수 진행되었으며, 대부분 연구에서 스마트공장 도입이 중소기업 성과에 긍정적이라는 결과를 내놓았다. 중소벤처기업부 보도자료에 따르면 2014년부터 2018년까지 스마트공장을 도입한 7,903개사의 성과를 분석한 결과, 도입기업은 평균적으로 생산성 28.5% 증가, 품질 42.5% 향상, 원가 15.5% 감소 등의 직접 성과를 보였으며, 기업당 매출 7.4% 향상, 고용 2.6명 증가, 산업재해 6.2% 감소 등의 추가 파급효과도 나타난 것으로 조사됐다(Jang, 2022).

그러나 기존 선행연구들은 소수 기업을 대상으로 한 설문조사나 도입성결과를 비교하기 위해 유사한 기업집단을 설계하는 간접적 계량모형을 주로 활용함으로써 스마트공장 도입 성과에 영향을 미칠 수 있는 다양한 기업특성을 연구모형에 포함하는 데에는 한계를 보였다. 더욱이 정부정책에 대한 성과분석을 위한 연구가 미흡해 정책적 관점에서 효과적으로 중소기업을 지원하기 위한 스마트공장 보급방안을 구체적으로 살펴보는 어려웠다.

위와 같은 기존 선행연구의 한계에 주목하고 본 논문은 연구목적과 연구방법론 측면에서 차별화하고자 하였다. 첫째, 연구목적 측면에서 정부정책의 실효성을 높이는데 연구의 중점을 둠으로써 분석결과를 향후 스마트공장 정책에 반영하고자 하였다. 둘째, 스마트공장 도입을 정책적으로 지원한 200여개 기업을 대상으로 직접방문하여 인터뷰하고 조사함으로써 연구자료의 구체성과 정확성을 높였다. 이를 위해 기존 선행연구에서 논의된 스마트공장 도입여건과 기업성과 간 상관관계 분석을 포함하고 추가적으로 중소기업의 스마트공장 도입에 대한 정부지원 정책의 실질적인 성과분석을 위해 새로운 요인을 추가하여 다양한 기업여건과의 상관관계를 분석하였다. 독립변수인 도입환경 관련해서는 기존 연구에서 많이 다루었던 변수 외에도 공급기업 전문성, 사업계획 충실도, 스마트공장 수준 등 정부정책과 관계된다고 예측되는 도입환경 및 여건을 추가하였다. 종속변수인 기업 성과 관련해서는 재무성

과, 만족도 등 일반적인 성과지표 외에도 스마트공장 도입 전후 도입효과로서 외부요인의 영향이 비교적 적고 보다 직접적으로 측정할 수 있는 스마트화 수준의 개선정도를 변수에 추가하였다.

이와 함께 본 연구에서는 데이터 신뢰도를 높이기 위해 관련 전문가를 스마트공장 도입기업에 파견해 관련 데이터를 수집하였으나 조사한계로 대상기업을 2020년도에 스마트공장을 도입한 인천지역 기업을 대상으로 하였다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

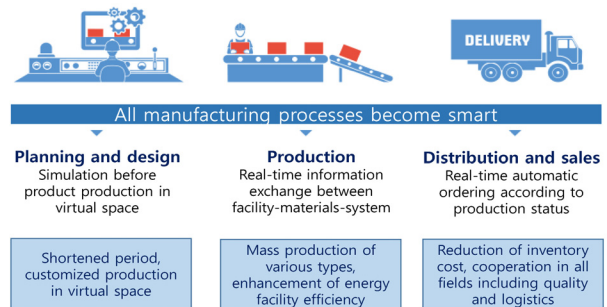
2.1 스마트공장 개요

스마트공장(Smart Factory)이라는 용어는 2006년 독일의 카이저슬라우테른(Kaiserslautern)에서 BASF, DFKI, KSB, SIEMENS 등 창립 멤버들에 의해 Smart Factory라는 기술 계획이 수립되면서 소개되었으며, 2011년 독일 정부가 이를 근간으로 하는 인더스트리 4.0을 주창하면서 본격 사용되기 시작하였다(Oh and Choi, 2017).

스마트공장에 대한 정의는 국가별로도 정책의 목표와 내용에 따라서도 차이를 보이고 있으며, 기관 및 연구자의 보는 관점에 따라서도 조금씩의 차이는 있으나 큰 틀에서는 대동소이하다. 스마트공장 정의에 대한 주요 키워드로는 제조, ICT 기술/융합, 제품 전 과정, 고객맞춤형, 저비용 고효율, 지능형공장 등으로 정리할 수 있으며, 우리나라의 스마트제조혁신추진단에서는 스마트공장을 <Figure 1>에서 보는 바와 같이“제품의 기획부터 판매까지 모든 생산과정을 ICT 기술로 통합해 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장”으로 정의하고 있다(smart-factory.kr, 2022).

2.2 선행연구

스마트공장 도입성결과를 다룬 선행연구들은 기업특성에 따른 성과분석, 스마트공장 도입 수준 등에 따른 기업성과, 스마트공장 수용요인별 기업성과, 기술적 요인과 조직역량에 따른



Source: KOREA Smart Manufacturing Office(2022).

Figure 1. Definition of Smart Factory

성과분석, 도입요인과 의도간의 관계를 분석한 연구로 구분하여 정리하면 다음과 같다.

먼저 기업특성에 따른 성과를 분석한 연구로서 Hwang (2021)은 스마트공장 도입환경이 스마트공장 도입에, 스마트공장 도입이 경영성과에도 영향을 미친다고 분석하였다. Kim *et al.*(2019)은 경영환경(업종, 생산방식, 대기업납품)이 스마트공장 수준에 영향을 미치지 않으나 IT인프라, 정부지원횟수, 기업규모에는 유의한 차이가 있는 것으로 분석하였다. Lee *et al.*(2021)은 스마트수준 진단보고서에 명시된 진단데이터를 통해 스마트공장 수준과 10개의 평가항목별 수준을 분석하여 기업규모와 평가점수가 대체로 비례하다는 것을 밝혀냈다.

다음으로 스마트공장 도입수준 등이 기업성과에 미치는 영향을 분석한 연구로서 Chung(2017)는 스마트공장 도입이 재무적 성과와 비재무적 성과에 부분적으로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Lee and Kang(2020)은 충남테크노파크 지원기업 대상으로 스마트공장 도입수준이 매출액 향상에 유의한 영향을 미치는 것을 발견하지 못하였으며, 산업군에서는 디스플레이 산업과 자동차산업간 유의한 차이가 존재한다고 밝혔다. Kim *et al.*(2019)은 스마트공장 도입수준과 운영역량이 제조역량에, 도입수준은 기업의 경영성과에 정(+)의 영향을 미친다고 분석하였다. Seo(2019)은 스마트공장을 도입한 상장기업 37개사를 대상으로 4년간의 시차를 두고 분석한 결과, 매출액은 평균 155.3% 증가하였으나 매출원가도 비슷한 수준으로 증가하여 당기순손익에는 영향을 주지 못한 것으로 분석하였다.

스마트공장 수용요인별로 기업성과를 분석한 연구로서 Choo and Lee(2019)는 대전지역 금속가공기업 대상으로 기업참여의지, 정부사업 참여의지, 제조역량 등 스마트공장 구축요인은 스마트공장 구축효과에 정(+)의 영향을 미치며, 스마트공장 구축효과는 기업경쟁력에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Gil(2019)은 기술요인, 조직요인, 환경요인이 스마트공장 도입 및 만족도에 미치는 영향과 함께 순편익에 미치는 영향을 분석하였다. Oh *et al.*(2019)은 스마트공장 기술에 대한 중업원 수용태도와 스마트공장 기술에 대한 기업의 수용용이성 인지가 스마트공장 도입전략과 성과에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 Kwon(2019)은 기술, 조직, 인적 측면을 고려한 스마트공장 핵심성공요인을 규명하고 스마트공장의 실제적인 도입 기업의 성과에 미치는 영향을 실증적으로 검증하고자 하였으며, 분석 결과 기술요인, 인적-조직적 측면의 핵심성공요인은 모두 운영성과에 환경성과에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

스마트공장 기술적 요인과 조직역량에 따른 성과분석 연구로서 Bae(2017)은 스마트공장을 위한 주요 기술적 요인들인 제조실행, 품질분석, 설비보전, SCM/APS 등이 재무적, 비재무적 경영성과에 어떤 영향을 미치는지에 대해 분석하였다. Seo(2020)은 산업현장에서 실질적으로 고려하여야 할 요인 중에 상관관계가 있는 것으로 확인된 조직역량, 제조-설비관리,

스마트 자동화의 연구변수가 종속변수인 조직성과에 영향을 미치는 것으로 실증분석하였다. 또한 Lee and Kim(2020)은 스마트공장 기술 중 디바이스 기술은 혁신성과에 유의한 영향을 미치는 반면, 플랫폼과 애플리케이션은 유의하지 않아 기각하였다. Kim(2022)은 공급기업의 서비스 품질과 공급기업의 역량이 스마트공장 시스템 활용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

마지막으로 스마트공장 도입요인과 도입의도간의 관계를 분석한 연구로서 Lee and Kim(2017)은 스마트공장 관련 기술의 수용을 위한 주요요인이 무엇인지 검정하고자 하였다. Kim(2020)은 스마트공장 도입의도에 영향을 주는 요인으로 성과기대, 사회적영향, 정부지원기대, 과학기술적합도 등을 제시하였다. Kwon and Yang(2020)은 스마트공장 5대 기술요인 중 센서 네트워크, 플랫폼 기술, 정보시스템이 스마트 제조 운영에 유의한 영향을 미쳤으며, 스마트 제조운영은 기업의 운영적, 환경적 성과를 향상시킨다고 분석하였다. Choi *et al.*(2020)은 정부지원, 최고경영진 기업가정신, 생산성 향상기대, 재무준비성이 스마트공장 도입에 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Kwak(2021)은 중소기업 경영자의 스마트공장 도입의도에 영향을 주는 요인으로 기술혁신, 경영자 특성, 조직의 준비성, 외부환경 등으로 분석하였다.

이와 같은 선행연구에 대비하여 본 연구와 기존 연구들과의 차별성은 다음과 같다.

첫째, 일반적인 성과평가지표 외에 ‘스마트화 수준’을 새로운 평가지표로 분석대상에 포함시켰다. 기존 연구에서는 스마트공장에 대한 기업 성과를 평가하는 지표로 매출액과 같은 재무적 성과(Gil, 2019; Lee and Kang, 2020)와 만족도와 같은 비재무적 성과(Gil, 2019; Lee and Kim, 2017) 등이 제시되었다. 하지만 이와 같은 성과들은 일정시간 이후 발생하거나 스마트공장 이외의 다른 요인에 영향을 받을 개연성이 있다고 보여진다. 이에 스마트공장 도입에 대한 성과를 도입 직후 즉시적으로 평가할 수 있는 지표가 필요하였으며, 이에 본 연구에서는 ‘스마트화 수준’을 추가하여 분석을 진행하였다. 업종 및 기업규모에 따른 스마트화 수준을 기술통계적으로 분석하거나(Lee *et al.*, 2021), 업종, 생산방식, 매출액 등이 스마트공장 수준(기초, 중간1, 중간2)에 미치는 영향을 분석한 사례가 있는 하지만(Kim *et al.*, 2019), 스마트공장 도입 전후의 스마트화 수준을 설문조사하여 이에 대한 실질적인 개선정도를 분석한 사례는 없다.

둘째, 본 연구에서는 공급기업전문성, 사업계획충실도 등을 포괄하는 기업선정요인, 유지보수계약, 전담인력 배치 등을 포괄하는 관리운영요인을 독립변수에 추가했다. 일반적으로 스마트공장 사업은 정부지원 예산에 비해 신청하는 기업 수가 많다보니 선별하는 과정을 거치게 되며, 구축 이후 실질적인 성과를 기대하기 위해서는 관리운영도 매우 중요한 요소이다. 따라서 스마트공장 도입환경을 측정하기 위해서는 기업선정요인과 관리운영요인도 변수에 추가되어야 한다. 그럼에도 기

존 연구에서는 데이터의 부족 등의 한계로 인해 도입수준 (Chung, 2017; Kim *et al.*, 2019; Seo, 2019; Lee and Kang, 2020), 수용요인(Kwon, 2019; Gil, 2019; Oh *et al.*, 2019; Choo and Lee, 2019), 기술적 요인 및 조직역량(Bae, 2017; Lee and Kim, 2020; Seo, 2020) 등에 대한 연구가 주로 이루어져 왔으며, 기업선정 및 관리운영과 관련된 요소를 분석에서 다루지는 못했다.

3. 연구의 설계

3.1 연구 모형

본 연구에서는 스마트공장 도입성가에 관한 선행연구에서 중요하게 다뤘던 요인을 중심으로 주요 요인을 도출하였고 다수의 전문가 및 정부사업 운영자의 인터뷰를 통해 실제 스마트공장 정책반영에 필요하다고 판단한 일부 변수들을 추가하여 독립변수를 1차로 정의하였고 요인분석을 통해 최종 정리 하였습니다. 최종적으로 스마트공장 도입성가에 영향을 주는 독립변수로 선정평가요인, 기업규모요인, 시장요인, 기술거래요인, 관리운영요인, 주변환경요인 그리고 정책지원요인으로 설정하였다.

이에 따라 본 연구에서는 연구모형을 <Figure 2>로 제시한다. 앞서 설정한 6개의 독립변수들이 스마트공장 도입 이후 해당기업의 스마트화 수준, 만족도, 매출증가율에 어떤 영향을 주는지 분석하고자 한다.

그동안의 선행연구에서는 다양한 기업환경 대비 만족도와

같은 비재무적 성과와 함께 매출증가율과 같은 재무적 성과를 주요 성과지표로 사용하였다. 만족도는 기업평가에 있어서 모든 요소들을 포괄한 대표적인 종합지표라고 할 수 있으며, 매출증가율은 가장 일반적인 재무적 성과지표이기 때문일 것이다. 그러나 이와 같은 성과지표 외에 다른 외부요인의 영향을 최소화하고 스마트공장 도입 전후의 성과를 보다 즉시적으로 측정할 수 있는 지표가 필요하였으며, 본 연구에서는 스마트공장 도입 전후의 스마트화 수준 차이를 측정하였으며, 이를 성과지표로 사용하였다.

3.2 연구가설

3.2.1 선정평가요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율간의 관계

스마트공장의 성공적 보급을 위해서는 최초 기업선정이 무엇보다 중요하다. 통상적으로 스마트공장 도입을 희망하는 기업에 비해 선정되는 기업은 정부의 지원예산 한계로 항상 부족할 것이 현실이다. 이에 정부에서 시행하고 있는 실제 선정평가요인이 기업성과에 어떤 영향을 주는지 살펴보는 것은 매우 중요하다고 판단하였다.

이에 본 연구에서는 본 연구의 대상인 2020년도 스마트공장 기업에 대한 선정에서 평가지표로 실제로 사용했던 도입의지 (Kwon, 2019; Hwang, 2021), 사업계획 충실도(Kim *et al.*, 2019; Seo, 2020), 공급기업 전문성(Kim, 2022) 등을 주요 측정지표로 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

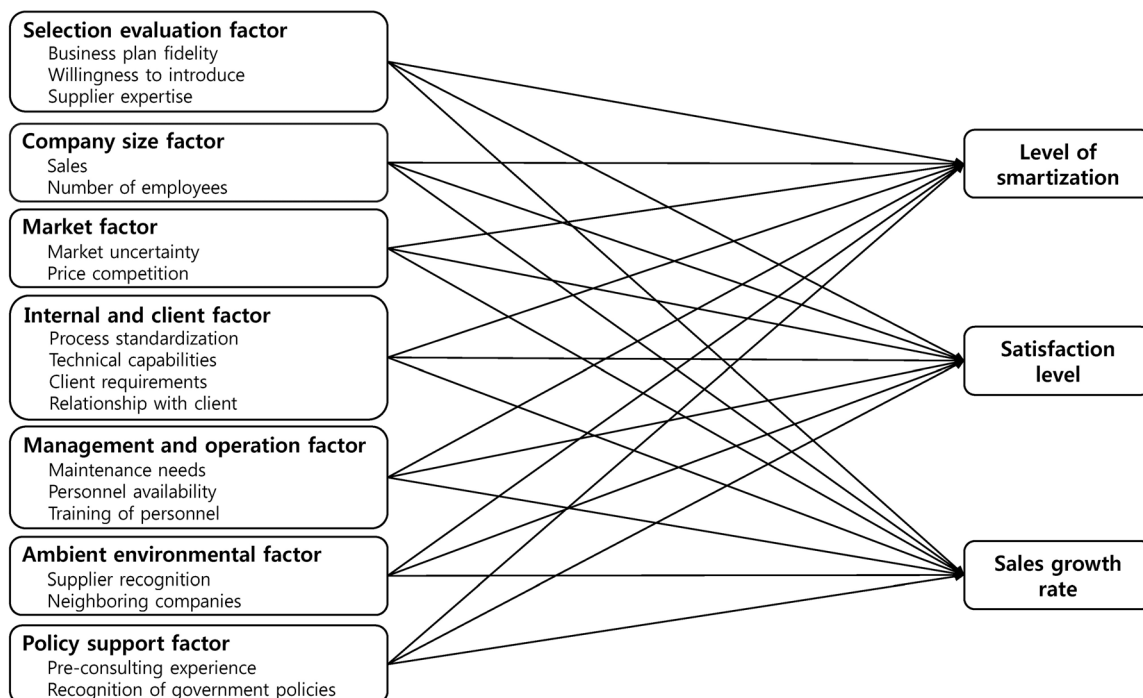


Figure 2. Research Model

- H1a: 선정평가요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H1b: 선정평가요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H1c: 선정평가요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.2 기업규모요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율 간의 관계

일반적으로 기업규모가 클수록 예산이나 인력운영에 여력이 생겨 스마트공장 도입 이후 유지보수 계약, 전담인력 보유 등을 통해 스마트공장 성과를 지속할 가능성이 높다고 판단하였다. 이에 본 연구에서는 기업규모를 판단하는 주요 측정지표로서 종사자수, 매출액(Kim *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2021) 등을 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H2a: 기업규모요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H2b: 기업규모요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H2c: 기업규모요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.3 시장요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율간의 관계 경쟁이 치열해지고 있는 시장환경은 중소기업 스스로는 피할 수 없는 외생적 요인이나 이와 같은 시장환경이 스마트공장 도입 필요성이나 성과에 어느 정도 영향을 미친다고 판단하였다. 이에 본 연구에서는 시장요인을 판단하는 주요 측정지표로서 시장의 불확실성(Gil, 2019; Hwang, 2021), 가격경쟁치열도(Kwak, 2021; Hwang, 2021) 등을 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H3a: 시장요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H3b: 시장요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H3c: 시장요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.4 기술거래요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율 간의 관계

기업내부의 기술역량 및 외부 고객사와의 거래요인은 스마트공장 도입에 있어서 우선적으로 검토되어야 할 항목이다. 도입환경이 불비한 경우 준비시간이 필요하게 되지만 고객사와의 관계에서 선택의 여지없이 스마트공장을 즉시 도입해야 하는 경우도 발생하기 때문이다. 이에 본 연구에서는 기술거래요인을 판단하는 주요 측정지표로서 기술역량 보유정도(Kwak, 2021; Lee and Kim, 2017), 생산공정 적합도(Kwak, 2021; Gil, 2019), 고객사와의 안정적 관계정도(Kim *et al.*, 2019), 고객사의 품질요구 수준(Kwak, 2021; Lee and Kim, 2017) 등을 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H4a: 기술거래요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H4b: 기술거래요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H4c: 기술거래요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.5 관리운영요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율 간의 관계

스마트공장이 지속가능하기 위해서는 구축 이후 스마트공장을 안정적으로 운영하기 위한 사후노력이 중요하다는 것은 주지의 사실이다. 이에 본 연구에서는 관리운영요인을 판단하는 주요 측정지표로서 유지보수 계약여부(Kwak, 2021), 전담인력 배치여부(Kwak, 2021; Kim *et al.*, 2019), 전담인력 교육주기(Kwon, 2019; Hwang, 2021) 등을 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H5a: 관리운영요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H5b: 관리운영요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H5c: 관리운영요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.6 주변환경요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율 간의 관계

스마트공장과 같은 새로운 시스템 도입을 결정하는 데 있어서 기업 주변환경이 큰 영향을 미칠 것으로 판단되며, 주변기업들이 스마트공장을 도입하고 있는지(Lee and Kim, 2017; Choo and Lee, 2019), 주변에 역량있는 공급기업이 있는지(Lee and Kim, 2017)는 기업내부 여건과 무관하게 큰 영향을 미치게 된다. 이에 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H6a: 주변환경요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H6b: 주변환경요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H6c: 주변환경요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.2.7 정책지원요인과 스마트화 수준/만족도/매출증가율 간의 관계

자금력이 부족한 중소기업이 정부 등 외부지원 없이 자체 예산만으로 스마트공장을 도입하기란 쉬운 일이 아니다. 이에 본 연구에서는 정책지원요인을 판단하는 주요 측정지표로서 정부 지원정책 인지(Choo and Lee, 2019; Choi *et al.*, 2020), 사전 컨설팅 경험(Gil, 2019; Hwang, 2021) 등을 사용하였으며, 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H7a: 정책지원요인은 스마트화 수준 변화에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H7b: 정책지원요인은 만족도에 정(+)의 영향을 줄 것이다.
 H7c: 정책지원요인은 매출증가율에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

3.3 변수의 조작적 정의

선행연구 및 전문가 그룹 인터뷰를 통하여 독립변수로서 선

정평가요인, 기업규모요인, 시장요인, 기술거래요인, 관리운영요인, 주변환경요인 및 정책지원요인으로 정의하였으며, 각 변수에 대한 조작적 정의는 <Table 1>에서 보는 바와 같다.

Table 1. Operational Definition

Factors	Measurement variable	Operational definition	Reference
Selection evaluation factor	Business plan fidelity	Implementation strategies and objectives, scope, budget, operation management plan	Kim <i>et al.</i> (2019) Seo(2020)
	Willingness to introduce	Need for adoption, business understanding, CEO/employee commitment	Hwang(2021) Kwon(2019)
	Supplier expertise	Supplier's technology, manpower, and past performance	Kim(2022)
Company size factor	Sales	Sales in 2019	Kim <i>et al.</i> (2019) Lee <i>et al.</i> (2021)
	Number of employees	Employees as of the end of 2019	Kim <i>et al.</i> (2019) Lee <i>et al.</i> (2021)
Market factor	Market uncertainty	Business impact due to internal and external market uncertainty	Gil(2019) Hwang(2021)
	Price competition	Price competition of flagship products	Hwang(2021) Kwak(2021)
Internal and client factor	Process standardization	The degree to which the production process is suitable for standardization	Gil(2019) Kwak(2021)
	Technical capabilities	Degree of possession of technical personnel, equipment, professional personnel	Kwak(2021) Lee <i>et al.</i> (2017)
	Client requirements	Quality and historical management required by the client company	Kwak(2021) Lee <i>et al.</i> (2017)
	Relationship with client	Degree of maintaining a stable(long-term) relationship with the client company	Kim <i>et al.</i> (2019)
Management and operation factor	Maintenance needs	Degree of need for follow-up management and maintenance after the introduction of smart factory	Kwak(2021)
	Personnel availability	Degree of retention of dedicated personnel for maintenance of H/W and S/W	Kim <i>et al.</i> (2019) Kwak(2021)
	Training of personnel	Level of annual smart factory-related training of dedicated personnel	Hwang(2021) Kwon(2019)
Ambient environmental factor	Supplier recognition	Degree of recognition as a competent suppliers	Lee <i>et al.</i> (2017)
	Neighboring companies	Degree of introduction of smart factories by neighboring peers or traders	Choo <i>et al.</i> (2019) Lee <i>et al.</i> (2017)
Policy support factor	Pre-consulting experience	Pre-consultation of smart factory or participation in related events	Gil(2019) Hwang(2021)
	Recognition of government policies	Degree of recognition of government support policies for smart factory projects	Choo <i>et al.</i> (2019) Choi <i>et al.</i> (2020)
Level of smartization		Differences in smartization level(score) before and after the introduction of smart factory	Kim <i>et al.</i> (2019) Lee <i>et al.</i> (2021)
Satisfaction level		Solution, facilities, and service satisfaction after the introduction of smart factory	Chung(2017) Gil(2019)
Sales growth rate		Sales growth rate as of the end of 2021 compared to the end of 2020	Gil(2019) Lee <i>et al.</i> (2020)

4. 자료수집 및 실증분석

4.1 자료수집 및 표본 특성

본 연구를 위하여 인천테크노파크를 통해 2020년도에 스마트공장을 도입한 인천지역 중소기업 225개사로부터 획득한 데이터를 활용하여 연구를 진행하였다. 인천테크노파크에서는 스마트공장 사후활용 및 점검목적으로 2021년부터 매년 스마트공장 도입기업에 대해 스마트공장 전문가로 하여금 직접 방문, 조사토록 하고 있다. 2022년도에는 2020년도 스마트공장 도입기업에 대해 8월에 조사를 진행하였다. 이에 불특정인을 대상으로 전화, 이메일 등을 통해 수집한 자료에 비하면 본 연구에서 사용하는 자료의 정확도는 매우 높다고 할 수 있겠다. 참고로 인천테크노파크는 중소벤처기업부 및 인천광역시에서 출연한 대표적인 기업지원기관으로서 인천지역의 스마트공장 보급사업을 주관하고 있다.

조사기업중 산업단지 입주기업이 74% 수준, 사업장 소유형태로는 자가 76% 수준으로 나타났다. 업종별 분포를 보면 금속 가공제품 제조업 19.9%, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 14.0%, 고무 및 플라스틱제품 제조업 12.2%

순으로 나타났으며, 매출액 기준으로는 년 50억 이하 기업이 119개사로 53.4%, 100억 이상 300억 미만 기업이 20.2%, 50억 이상 100억 미만기업이 16.6% 순으로 나타났다.

또한 도입수준으로는 기초단계가 67.1%, 고도화가 32.9% 수준으로 나타났다.

4.2 탐색적 요인분석

본 연구에서는 독립변수인 선정평가요인, 기업규모요인, 시장요인, 기술거래요인, 관리운영요인, 주변환경요인, 정책지원요인과 종속변수인 스마트화 수준, 만족도, 매출증가율에 대한 타당성 및 신뢰성 분석을 위하여 탐색적 요인분석과 Cronbach's α 계수를 활용하였다.

먼저 요인분석을 통해 추출한 18개 변수들은 7개의 상위요인으로 축약할 수 있게 되었으며, KMO가 0.625로 나타나 설문항목의 타당성을 확보하였다. 또한 신뢰도 분석을 위해 크롬바흐 α 계수를 계산한 결과 0.772에서 0.982로 나타나 신뢰성을 확보하였다고 판단하였다. 이에 대한 자세한 내용은 <Table 2>에서 보는 바와 같다.

Table 2. Result of Exploratory Factor Analysis and Reliability Analysis

Measurement variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Cronbach Alpha
Business plan fidelity	.902	.007	-.011	.018	-.065	-.064	-.061	.830
Willingness to introduce	.872	.036	.026	-.078	-.040	-.015	.080	
Supplier expertise	.818	-.068	-.077	.093	-.035	-.031	-.065	
Sales	-.009	.987	.009	.047	.052	.001	.032	.982
Number of employees	-.014	.986	.011	.038	.055	-.001	.042	
Market uncertainty	-.052	.085	.840	-.043	-.042	.097	.076	.880
Price competition	-.015	-.082	.818	.136	-.005	.063	.032	
Process standardization	.031	-.037	.021	.698	-.014	.340	-.062	.794
Technical capabilities	-.111	.106	-.164	.635	.004	.258	.251	
Client requirements	.051	.099	.403	.592	.187	-.119	.009	
Relationship with client	.139	-.024	.168	.587	.160	-.354	.340	
Maintenance needs	-.101	.100	.160	-.067	.768	-.008	.044	.777
Personnel availability	-.113	.157	-.129	.137	.736	-.108	.258	
Training of personnel	.060	-.143	-.102	.141	.642	.259	-.115	
Supplier recognition	-.039	-.020	-.037	.171	.220	.748	.158	.791
Neighboring companies	-.067	.022	.257	.057	-.093	.711	.171	
Pre-consulting experience	.010	.059	-.064	-.021	.096	.212	.800	.772
Recognition of government policies	-.063	.011	.229	.266	.023	.087	.735	
KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)								.625
Bartlett' Test of Sphericity						Chi-Square		1541.674
						df(p)		153(.000)

5. 가설 검정

본 연구에서는 변수 분석을 위하여 SPSS18.0을 사용하여 회귀 분석을 수행하였다.

먼저 연구모형의 적합성은 독립변수와 종속변수간의 상관관계를 나타내는 R^2 은 <Table 3>에서 보는 바와 같이 0.187에서 0.938 범위에서 나타났으며, 잔차의 독립성을 검정하는 Durbin-Watson 수치는 2에 가깝게 나타나 모두 독립적이라 해석하였다(Kim, 2019).

또한 가설검정을 위해 분석한 유의확률(p) 결과값은 <Table 3>에서 보는 바와 같으며, 스마트화 수준에는 선정평가요인, 기술거래요인, 관리운영요인이 유의하였고, 만족도에는 기술거래요인과 관리운영요인, 매출증가율에는 기업규모요인과 시장요인이 유의하였다.

5.1 스마트화 수준 분석결과

스마트공장 도입 전후 스마트화 수준에 영향을 미치는 요인은 선정평가요인, 기술거래요인, 관리운영요인이었으며, 기업규모요인, 시장요인, 주변환경요인과 정책지원요인은 스마트화 수준에 영향을 미치지 못하였다.

특이하게도 선정평가요인은 도입 전후 스마트화 수준 변화에 있어서 음(-)의 관계로 유의하게 나타났다. 높은 경쟁률을 뚫고 스마트공장 도입기업으로 선정된 기업들은 이미 도입 전부터 비교적 높은 수준의 스마트화 수준을 유지하고 있어서 도입 이후에도 큰 변화가 없었을 것으로 판단된다. 또한 스마트공장과 같은 새로운 기술에 대한 도입성과는 기업 내부준비 정도와 외부 고객사와의 관계가 매우 중요하므로 기술거래요인이 유의하게 나타난 것으로 해석된다. 그리고 스마트공장 도입 이후에도 성과를 지속하기 위해서는 기업의 노력사항인 관리운영요인이 시간이 지날수록 더욱 중요하게 되며 스마트화 수준을 높이는데도 유효했던 것으로 해석된다.

기업규모요인은 스마트공장 도입 직후 단기간에 스마트화 수준에 영향을 미치지 못하였으며, 시장 불확실성, 치열도 등 기업주변의 시장환경이나 주변기업 도입정도, 공급기업 인지 등 주변환경요인은 대부분 기업 외부적 요인으로 스마트화 수준에는 별다른 영향을 주지 못한 것으로 해석된다. 정책지원요인이 결론적으로 영향을 주지 못한 것으로 분석되었지만 각각 다른 요인에 비해 비교적 높은 상관관계를 보여주었으며, 이는 정부정책을 인지하고 사전 컨설팅을 통해 기업의 스마트공장 준비를 철저히 한 기업일수록 스마트화 수준 변화에 영향을 줄 수도 있다는 가능성을 보여주고 있다고 분석하였다.

5.2 만족도 분석결과

스마트공장 도입 후 만족도에 영향을 미치는 요인은 기술거래요인, 관리운영요인이었고 선정평가요인, 기업규모요인, 시장요인, 주변환경요인과 정책지원요인은 만족도에 영향을 미치지 못하였다.

도입 전부터 내부적으로 기술역량, 공정표준화 등을 이미 갖춘 기업들은 임직원들이 비교적 새로운 기술에 대한 수용성이 높고 기술혁신에 대한 저항도가 비교적 낮아 만족도가 높은 것으로 해석되었다. 또한 도입에도 이후 전사적 관심 속에 유지보수 계약, 교육 등을 적극 시행하는 경우 만족도가 높은 것으로 분석되었다. 결론적으로 기업 및 임직원과 직접적인 관계가 높은 요인들은 스마트공장 도입 후 만족도에 큰 영향을 미치지만 그렇지 않은 경우는 별다른 영향을 미치지 못한 것으로 해석된다.

단순히 스마트공장 도입 전 기업 선정평가가 좋은 점수를 받았다고 해서, 또는 기업규모가 큰 기업이라고 해서 스마트공장 도입만으로 만족도가 더 높아졌다고 판단하는 것은 일반적으로도 받아들이기 어려운 현실이 반영되었다고 판단된다. 그리고 기업 외부요인인 시장요인, 주변환경요인은 단기간에 만족도를 높이기에는 한계가 있으며, 중장기적으로 스마트공

Table 3. Result of Regression Analysis

Variables	Level of smartization	Satisfaction level	Sales growth rate
Selection evaluation factor	-2.407*	.655	-.883
Company size factor	-.530	.682	56.178**
Market factor	.755	.997	2.157*
Internal and client factor	3.781*	3.965**	1.495
Management and operation factor	5.304*	5.447**	1.397
Ambient environmental factor	1.254	.548	-.433
Policy support factor	1.687	.384	1.121
Significant probability	.000	.000	.000
R-squared	.204	.187	.938
Durbin-Watson	2.051	1.752	1.951

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

장 도입을 통해 매출증가, 시장 경쟁력 제고 등의 효과가 실질적으로 나타난다면 만족도가 의미있게 상승할 수 있을 것으로 예상된다.

5.3 매출증가를 분석결과

스마트공장 도입 전후 매출증가율에 영향을 미치는 요인은 기업규모요인과 시장요인이었으며, 선정평가요인, 기술거래요인, 관리운영요인, 주변환경요인과 정책지원요인은 매출에 영향을 미치지 못하였다.

결론적으로 스마트공장 도입을 통해 매출을 증가시키는 요인으로는 스마트공장 도입 자체보다는 도입 당시 해당기업 상태 및 주변시장 환경이 매우 중요함을 알 수 있었다. 해당기업 상태 요인으로는 스마트공장의 도입 이후 지속적인 사후관리와 함께 추가적인 투자가 필요한데 이는 기업규모가 매우 중요한 기준으로 작용한다. 즉, 기업규모가 클수록 매출증가율 또한 높게 나타남을 알 수 있었다. 또한 시장이 불확실해 경쟁이 치열한 기업의 경우 스마트공장 도입시 매출증가율이 상대적으로 높은 것으로 분석되었다. 결국 단기간 내에 스마트공장 도입을 통해 매출증가에 영향을 주는 요인들은 매출에 비교적 직접적으로 관계된 요인들이었으며, 그렇지 못한 요인들은 유의한 결과를 보여주지 못하였다.

선정평가요인과 정책지원요인은 스마트공장 도입전 환경으로 도입여부에는 어느 정도 영향을 미칠 수는 있으나 도입 이후 매출에는 유의한 관계를 보여주기에 한계가 있다고 해석된다.

6. 결론

2016년 다보스 세계경제포럼에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab) 의장이 '4차산업혁명(The 4th Industrial Revolution)'을 공식적으로 언급한 이후 4차 산업혁명은 글로벌 트렌드로 자리 잡고 있다. 슈밥이 얘기했듯이 4차 산업혁명의 핵심은 다양한 신기술의 융합이라고 볼 수 있으며, 이와 연관되어 몇 년 전부터는 디지털 트랜스포메이션에 대한 도입 필요성도 강조되고 있다.

결국 우리 중소기업은 어려운 경영환경에서 신기술 도입이라는 도전에 직면하게 되었고 이에 대한 첫걸음으로 스마트공장 도입을 추진하게 되었다. 물론 정부에서도 이와 같은 기업의 어려운 여건을 고려하여 스마트공장 지원정책을 시행하고 있다.

이에 2021년 말 기준으로 전국적으로 25,039개사에서 스마트공장을 구축하였으며, 그 성과가 발표되고는 있으나 기업별 성과는 천차만별이다. 이에 그동안 스마트공장 도입에 따른 기업성과를 연구한 논문이 다수 있었으나 본 연구에서는 선행 연구를 포함하여 다양한 변수들을 투입한 포괄적 연구모형으로 설계하였으며, 기업 방문조사를 통해 더 정확한 데이터를

사용하였다.

본 연구 결과 및 이에 따른 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 스마트공장 도입 전후 스마트화 수준에 영향을 미치는 요인으로는 기술거래요인, 관리운영요인이 정(+) 방향으로, 선정평가요인은 음(-) 방향으로 영향을 미쳤으며, 그 외의 요인들은 영향을 미치지 못하였다. 스마트공장 도입을 통해 스마트화 수준은 어느 정도 증가되지만 이미 일정 수준에 올라와 있는 기업들의 스마트화 수준은 그렇지 못했던 기업에 비해 스마트공장 도입을 통한 증가폭이 적을 수 밖에 없었던 것으로 분석된다. 결과적으로 스마트화 수준을 높이기 위한 최적의 방향은 스마트공장 도입 전부터 기업의 기술역량, 공정표준화 등을 철저히 준비하고 도입 이후에는 스마트공장이 효과적으로 운영될 수 있도록 유지보수 계약, 전담인력 배치 및 교육 등 사후관리가 무엇보다 중요함을 알 수 있었다.

둘째, 스마트공장 도입 후 만족도에 영향을 미치는 요인으로는 기술거래요인, 관리운영요인이었고 선정평가요인, 기업규모요인, 시장요인, 주변환경요인과 정책지원요인은 만족도에 영향을 미치지 못하였다. 결론적으로 스마트공장의 만족도는 스마트화 수준에서와 마찬가지로 전사적으로 스마트공장 도입에 관심이 높고 준비를 마친 기업들이 높았다. 도입 전부터 내부적으로 기술역량, 공정표준화 등을 이미 갖춘 기업, 도입 이후 전사적 관심 속에 유지보수 계약, 교육 등을 적극 시행하는 기업의 만족도가 높았던 것이다.

셋째, 스마트공장 도입 전후 매출증가율에 영향을 미치는 요인으로는 기업규모요인과 시장요인이었으며, 기타 요인들은 영향을 미치지 못한 것으로 분석되었다. 결론적으로 모든 기업들이 스마트공장 도입만으로 단기간 내에 매출 증가를 기대하는 것은 곤란하나 매출에 비교적 직접적으로 관계된 요인, 즉 스마트공장 도입 당시의 기업 규모와 주변시장 환경에 따라서는 빠른 시간 내에 매출증가도 가능하다는 사실을 알 수 있었다.

다만 본 연구 이후에 보다 광범위하고 심도있는 결과도출을 위해 다음과 같은 추가적인 연구가 뒤따라야 할 것이다.

첫째, 본 연구는 2020년도에 스마트공장을 도입한 인천지역 소재 중소기업 225개사만을 대상으로 하고 있어 대한민국 전 지역을 망라한 연구라 할 수는 없다. 향후에는 전국적으로 보다 많은 데이터 수집을 통한 분석이 뒤따라야 할 것이다.

둘째, 기업성과에 대한 더 많은 새로운 지표발굴이 필요하다. 본 연구에서 처음으로 스마트공장 도입 전후의 스마트화 수준을 성과지표로 사용하였으나 향후에는 더 다양한 성과지표 발굴이 필요하다. 스마트공장 도입시 기업 자체적으로 측정하고 있는 KPI(Key Performance Index)는 좋은 예라 하겠다. 현재 정부에서는 KPI로서 P(생산), Q(품질), C(원가), D(납기) 등 4개 분야에 총 17개 세부지표를 제시하고 있으며, 기업들이 2개 내외의 지표와 목표치를 자체적으로 선정하고 결과를 측정하도록 하고 있다.

셋째, 본 연구에서는 조절변수를 사용하지 않았는데 향후

업종 등을 조절변수로 한 분석이 뒤따라야 할 것이다. 본 연구를 위한 자료수집에 있어서도 업종은 표준분류표에 따라 금속가공제품 제조업, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 고무 및 플라스틱 제품 제조업 등 총 25개 업종으로 조사되었으나 표본수를 고려할 때 3개 정도로 그룹핑해서 분석하는 것이 바람직하다.

넷째, 정책적 판단을 위해 개별 관심항목에 대한 별도 분석이 필요하다. 예를 들면, 총예산 대비 설비(H/W)예산 비율, 스마트공장 수준 등에 따른 성과분석은 정책적 판단에 의미가 있을 수 있다. 이에 본 연구에서도 해당 항목을 변수로 고려하였으나 요인분석 과정에서 탈락함으로써 본 연구 결과에는 포함하지 못하였으나 향후에 정책적 판단이 필요한 항목들은 별도의 분석과정을 통해 정책적 시사점을 도출하여야 할 것이다.

참고문헌

- Bae, B. (2017), The Effect of Technical Factors of Smart Factories on the Business Performance: Focus on Beneficiaries of the Smart Factory Project, Master Thesis, Hanyang University.
- Choi, T., Ko, J., and Jang, H. (2020), Factors Affecting the Marine Equipment Suppliers' Acceptance and Adoption of Smart Factories, *Korean Journal of Logistics*, **28**(5), 1-10.
- Choo, Y., and Lee, D. (2019), A Study on Factors for Introducing Smart Factory to Improve Competitiveness of Small and Medium-Sized Metal Processing Companies, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **45**(1), 70-80.
- Chung, B. (2017), A Study on the Effects of the Introduction of a Smart Factory on Corporate Performance and Job Satisfaction, Master Thesis, KyungHee University.
- Gil, H. (2019), An Empirical Study on Adoption Factor and Performance Analysis of Smart Factory through Technical Acceptance Model, Ph.D Thesis, Hansung University.
- Goo, B., Lee, J., Lee, M., and Shon, S. (2018), Domestic smart manufacturing policy, support status and improvement plan, *KISTEP Issue Weekly*, **219**, 1-29.
- Hwang, J. (2021), A Study on the Effect of the Business Environment of Smart Factory Adoption Companies on Management Performance : Based on the Technology Acceptance Model, Ph.D Thesis, Kyonggi University.
- Hwang, K. (2021), How Manufacturing Saved the Korean Economy during the COVID-19 Crisis, *i-KIET Issues & Analysis*, **108**, 1-14
- Jang, D. (2022), Ministry of SMEs and Startups build 30,000 SMEs smart factories this year, News1 Website, Retrieved November 20, 2022, from <https://www.news1.kr/articles/?4554964>.
- Jung, E., Kim, K., Lee, E., Park, Y., Ji, M., Park, S. Song, M., Shim, W., Yoon, J., Park, J., and Kim, K. (2019), Korean Smart Manufacturing Strategy, *KIET Research Reports*, 2019-929.
- Kim, H., Lee, K., Yoon, J., and Youm, S. (2019), Effect of SMEs Business Conditions on Smart Factory Level, *Korean Journal of Business Administration*, **32**(9), 1561-1579.
- Kim, J. (2019), An Empirical Analysis of Influencing Factors on Success of Equity crowdfunding: By Industry and Funding type, *The Journal of Society for e-Business Studies*, **24**(3), 35-51.
- Kim, J. (2020), Factors Affecting Intention to Introduce Smart Factory in SMEs, *Journal of Venture Innovation*, **3**(2), 41-76.
- Kim, J., Lee, S., and Cho, J. (2019), Analysis of Factors Affecting Company Performance by Smart Factory, *Journal of Korean Society of Industrial and Systems Engineering*, **42**(4), 76-83.
- Kim, K. (2016), Klaus Schwab's 'The Fourth Industrial Revolution' Success Strategy, *Maekyung Economy*, Retrieved November 20, 2022, from <https://www.mk.co.kr/economy/view/2016/741275>.
- Kim, T. (2022), A Study on Factors Influencing Smart Factory Activation, Master Thesis, Pukyong National University.
- Korea Smart Manufacturing Office Website, Definition of Smart Factory, Retrieved November 20, 2022, Available : <https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro>.
- Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs (2019), Smart Factory Self-Diagnosis Sheet, Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs.
- Kwak, C. (2021), A Study on Factors Affecting SMEs Managers' Intention to Accept Smart Factory, Ph.D Thesis, Mokpo National University.
- Kwon, S. (2019), An Empirical Study of Critical Success Factors for Implementation of Smart Factory and Firm Performance, Ph.D Thesis, Dankook University.
- Kwon, S. and Yang, J. (2020), A Study on the Structural Relationship among Technological Determinants, Manufacturing Operations, and Performances for Implementing a Smart Factory in Small Businesses, *The Korea Academy Industrial Cooperation Society*, **21**(11), 650-661.
- Lee, M., Lee, J., Choi, J., Chang, T., and Bae, J. (2021), Improvement Suggestions by Industry based on Assessment Data Analysis of Smart Factories, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **47**(1), 92-101.
- Lee, R. and Kim, C. (2020), The Effects of Smart Factory Technologies on Quality and Innovation Performance in SMEs, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, **15**(3), 59-71.
- Lee, S. and Kang, S. (2020), The Impact of Smart Factory Support on Financial Performance, *Technology Management*, **5**(1), 37-52.
- Lee, T., and Kim, Y. (2017), What makes Korean SMEs Adopt Smart Factory initiative?, *Journal of Korean Society of Computer Information*, **25**(2), 191-194.
- Oh, J. and Choi, S. (2017), Development of PLC-based fieldbus educational equipment and curriculum for building smart factory, *Journal of Practical Engineering Education*, **9**(1), 49-56.
- Oh, J., Seo, J., and Kim, J. (2019), The Effect of Both Employees' Attitude toward Technology Acceptance and Ease of Technology Use on Smart Factory Technology Introduction level and Manufacturing Performance, *Journal of Information Technology Applications & Management*, **26**(2), 13-26.
- Seo, P. (2020), An Empirical Study on Organizational Competency and Organizational Performance for Smart Factory Implementation of SMEs, Master Thesis, Dongguk University.
- Seo, U. (2019), A Study on Smart Factory Support Project Performance of Listed Companies through Analysis of Financial Indicators, Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology.

저자소개

이춘섭 : 고려대학교 산업공학과에서 학사, 석사를 취득하였고 인

천대학교 산업경영공학과에서 박사를 수료하였다. 현재 인천테크노파크에 재직 중이며, 연구분야는 스마트공장, 기업성과, 4차 산업혁명, 디지털 트랜스포메이션이다.

유우식 : 서울대학교 산업공학과와 과학기술원 산업공학과에서 석사, 박사를 취득하였다. 연구분야는 CAD/CAM, 스마트공장, 제조시스템공학, 물류정보시스템이다.