



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

지역 중소기업 정보화 유형에 따른
지속적인 스마트공장 운영 모델 제안

Proposal of a continuous smart factory operation model
according to the type of local SME informatization

울산대학교 대학원

산업경영공학과

김경태

지역 중소기업 정보화 유형에 따른 지속적인 스마트공장 운영 모델 제안

지도교수 조지운

이 논문을 산업경영공학 석사학위 논문으로 제출함

2023년 8월

울산대학교 대학원
산업경영공학과
김경태

김경태의 산업경영공학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 정 기 효 인

심사위원 황 규 선 인

심사위원 조 지 운 인

울 산 대 학 교 대 학 원

2023년 8월

목 차

목 차

I. 서론

- 1. 연구 배경 1
- 2. 문제의 정의 및 연구 목표 2

II. 문헌 조사

- 1. 스마트공장 성공 요인 분석에 대한 선행연구 4

III. 지역 중소기업 정보화 유형 분류 및 성공 요인 분석

- 1. 울산 지역 중소기업 정보화 단계 유형 분류 7
- 2. 설문 조사를 통한 지역 중소기업 스마트공장 현황 및 성공요인 분석 8

IV. 키워드분석을 통한 지역 중소기업 스마트공장 성공요인 분석

- 1. 키워드분석 및 절차 12
- 2. 키워드분석 결과 13
- 3. 주요 단어 상호 연관성 15
- 4. 주요 문장 추출 15
- 5. 실패사례 분석 18

V. 지속가능한 지역 중소기업 스마트공장 운영시스템 제언

- 1. 지속가능한 스마트공장의 정보화 조건 21
- 2. 성공적인 지역 중소기업 스마트공장 운영 모델 제언 22

VI. 결론 25

참고문헌 26

부록-I 28

표 목 차

| | |
|---|----|
| <표-1> 관련 연구 자료 | 6 |
| <표-2> 인터뷰/설문 대상에 대한 특성 | 7 |
| <표-3> 정보시스템 사용 경험별 구분 | 7 |
| <표-4> 영역별 설문조사 항목 | 9 |
| <표-5> 정보화 ‘계획 수립 실천’과 ‘미 수립 또는 미 실천’ 비교 | 11 |
| <표-6> 주요문장 추출 | 16 |
| <표-6> 중소기업의 정보화 타입별 이슈와 해결방안 | 24 |

그림 목 차

| | |
|----------------------------------|----|
| [그림-1] 산업환경의 변화 | 2 |
| [그림-2] 연구 모형 및 연구 절차 | 3 |
| [그림-3] 키워드분석 절차 | 12 |
| [그림-4] 스마트공장 성공요소 | 13 |
| [그림-5] Top-100 단어 관련도 | 14 |
| [그림-6] 키워드 문장별 PQCD분류 | 18 |
| [그림-7] 정보화 실패 사례 키워드 | 19 |
| [그림-8] 실패 사례 주요 키워도 관계도 | 20 |
| [그림-9] 시스템 운영모델과 참가자들의 역할 | 23 |
| [그림-10] 기업의 종업원 수 분포 | 28 |
| [그림-11] 납품처 현황 | 29 |
| [그림-12] 최종생산품 종류 | 29 |
| [그림-13] 자재관리 인원 현황 | 30 |
| [그림-14] 최고경영자의 정보화 관심도 | 30 |
| [그림-15] 임직원의 정보화 관심도 | 30 |
| [그림-16] 스마트공장도입후 생산직 인원 변동 | 31 |
| [그림-17] 스마트공장도입후 사무직 인원 변동 | 31 |
| [그림-18] 정보화 추진 계획 | 32 |
| [그림-19] 생산시스템의 스마트공장 영향 | 32 |
| [그림-20] 스마트공장 생산관리 도입 | 33 |
| [그림-21] 우선 추진 필요 사항 | 33 |
| [그림-22] 기업의 필요 항목 | 34 |
| [그림-23] 정보화 인력 | 34 |
| [그림-24] 정보화 시스템 아웃소싱 비율 | 35 |
| [그림-25] 기업 홈페이지 운영 비율 | 35 |
| [그림-26] 회사 도메인을 활용한 메일 | 35 |
| [그림-27] 정보자산 폐기절차 | 36 |
| [그림-28] 자재관리 수준 | 36 |
| [그림-29] 발주서 관리 방법 | 37 |
| [그림-30] 스마트공장 도입 시 고려사항 | 38 |
| [그림-31] 스마트공장 추진 시 고려사항 | 38 |
| [그림-32] 스마트공장 도입 시 애로사항 | 39 |
| [그림-33] 스마트공장 추진 비용 계획 | 40 |

| | |
|----------------------------|----|
| [그림-34] IT 시스템 도입 의사 | 40 |
| [그림-35] 정보시스템 월정액 사용 | 41 |
| [그림-36] 정보화 추진 영향력 | 41 |
| [그림-37] 정보화 추진시 중요기관 | 41 |
| [그림-38] 대표자 영향력 | 42 |
| [그림-39] 임직원 영향력 | 42 |

국 문 요 약

지역 중소기업 정보화 유형에 따른 지속적인 스마트공장 운영 모델 제안

산업경영공학 전공 김경태
지도교수 조지운

스마트공장은 생산성(Productivity), 품질(Quality), 원가(Cost), 납기(Delivery)에 대한 요구사항을 맞추기 위한 업무효율 제고, 비용 절감 등을 목표로 자체 도입 및 정부주도로 보급 확산되고 있다. 울산광역시의 거점 사업장인 조선, 자동차 등 모빌리티 대기업과 부품, 가공, 자재 공급 등의 거래 관계가 형성되어 있는 제조기반의 중소기업은 물류 정보의 공유가 매우 중요하다. 그러나 지역 중소기업은 부족한 자본과 인력으로 스마트공장 기술을 도입하기가 쉽지 않으며, 대기업 중심의 물류 네트워크 인프라가 형성되어 정보 공유가 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 지역 대기업 및 중소기업 관계자와 인터뷰를 통해 중소기업 정보화 유형을 정리하고, 설문조사를 진행하여 지역 중소기업의 스마트공장의 성공적인 도입과 운영에 필요한 요인을 추출하고자 한다. 또한 기 도입한 스마트공장 우수기업 75개사 인터뷰 자료를 기반으로 키워드분석을 수행하여 추출한 성공 요인의 검증 및 관련 요인별 상호관계성을 문장 분석을 통해 수행한다. 마지막으로 지역 중소기업 정보화 유형에 맞추어 성공적인 스마트공장 구축 사업 요인을 정의하고, 지역중소기업의 현실에 맞는 지속가능한 스마트공장 운영 방안을 제시한다.

주제어: 스마트공장, 중소기업 정보화유형 분류, 키워드분석, 성공 요인

* 본 논문은 '울산대학교 미래모빌리티사업단 지역산업체연구지원센터 산학협력 및 기술개발 지원' 보고서 '지역 모빌리티 관련 중소기업 마트공장 현황 및 수요조사' 와 '한국전자거래학회 제28권 1호 ' 논문 ' Proposal of a Continuous Smart Factory Operation Model According to the Type of Local SME Informatization '을 기반으로 작성하였다.

I. 서론

1. 연구 배경

스마트공장은 제품의 기획부터 판매까지 모든 과정을 ICT(Information Communication and Technology) 기술로 통합해 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장이다[27]. SMART FACTORY 디지털라이브러리에 2014년부터 추진된 중소기업 스마트공장의 보급 건수가 당해 227건을 시작으로 2022년 11월 현재 기준 19,799건의 사업 완료를 달성하였으며, 연평균 약 237%의 성장률을 이룬 것으로 파악된다. 이에 따라 많은 지역 중소기업이 정보화 사업의 혜택을 받고, 지역 SI 업체들의 수익성을 가져오게 하였다. 이러한 정부주도의 지원 사업은 2022년도 기준으로 중소기업의 니즈에 따라 일반형(단독공장구축), 특화형(단독공장구축), 디지털 클러스터 구축, 제조데이터 활용지원, 스마트공장 베타테스트구축, 수준 확인, 컨설팅 등 기타 사업으로 구분할 수 있다[31]. 그러나 많은 기업에서는 도입한 시스템을 사용하여 생산성을 올리기 어려운 실정인데, 이는 정보시스템이 생산 현장과 비즈니스 환경에 대한 변화를 능동적으로 시스템에 반영하지 못하는 것이 원인으로 분석된다.

울산지역의 670여개의 SI(System Integration)업체 중 스마트공장 사업관리시스템에 등록된 스마트공장 공급기업으로는 57곳으로 확인되었다. 스마트공장보급사업의 경우, 완료 건수는 453건이며, 23년 6월 현재 진행 중인 사업은 154건으로 파악되었다. SI업체의 주요 사업이 대기업에 인력을 제공하거나 국가지원을 이용한 SI개발 위주의 구축 사업인 것으로 확인되었다[28]. 이 점을 고려할 때 향후 스마트공장 추진 사업이 축소될 경우, 지역 SI업체의 경영의 어려움과 이에, 정보화 사업의 사각지대에 있는 지역 중소기업의 정보화의 속도가 늦어지게 될 것으로 판단된다. 지역 내 또는 국내 업체들과의 경쟁이 아닌 글로벌 경쟁이 심화되는 현재 상황에서 지역 중소기업의 경쟁력은 축소될 수밖에 없다고 판단한다.

기업의 정보시스템에 데이터가 축적되면, Data를 통해 업무의 흐름과 문제점을 식별하고, 효율적인 프로세스 설계가 가능하고 업무 처리의 효율성과 일관성을 향상 시킨다. 또한, 프로세스의 명확한 정의와 실행은 업무 처리의 일관성을 향상시키고, 오류를 줄이며, 비용과 시간을 절감할 수 있다.

따라서, 기업의 생산성을 향상을 가져오며, 결과적으로 기업의 정보시스템은 기업에 대한 신뢰 가능한 자산이 된다.

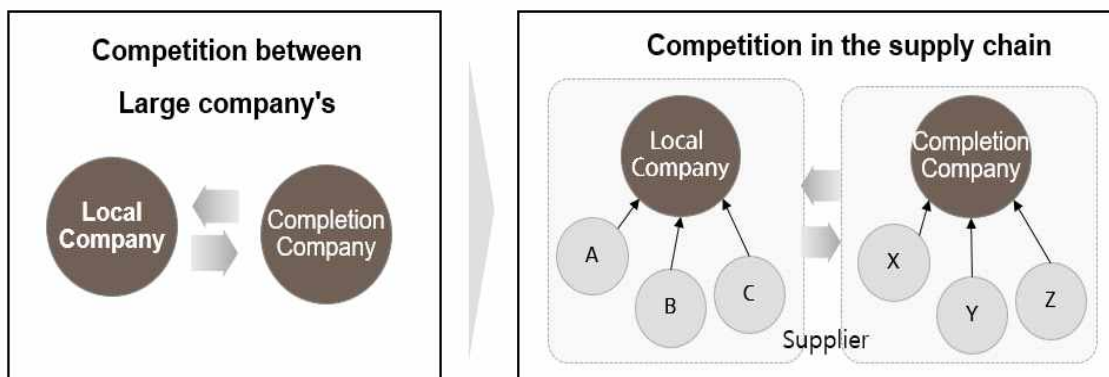
특히 대기업과 중소기업 간의 수직 계열화가 형성되어있는 울산의 산업구조를 감안할 경우, 거래 기업간의 물류(수주, 생산, 품질, 납기 등)에 대한 정보교환이 실시간으로 이루어져야 하나, 중소기업과 대기업과의 정보인프라(ERP-Enterprise Resource Plan, MES-Manufacturing Execution System, PDM-Product Data Management 등) 격차로 효율적인 비즈니스를 환경을 기대하기 어렵고 이는 중소기업의 문제뿐만 아니라 대기업의 경쟁력에 부정의 영향을 끼치게 된다.

본 논문에서는 연구조사를 통해 아직 스마트공장의 여건을 갖추지 못하고 기본적인 업무처리조차 정보시스템을 활용하지 못하는 현실을 감안하여, “스마트공장 시스템”의 용어를 “스마트공장으로 발전 하기 위한 정보시스템”으로 정의한다.

2. 문제의 정의 및 연구 목표

글로벌 기업 간의 경쟁은 하기 [그림-1]과 같이 종래의 동종 기업 간의 경쟁 상황이, 대기업을 중심으로 연결된 공급망 간의 경쟁 구도로 바뀌었다. 이에 따라 대기업을 중심으로 공급망을 관리할 수 있는 시스템을 구축하여 지역 중소기업과 대기업 간의 정보교환을 위하여 다양한 시도가 있었으나 정책과 서비스를 제공하고 운영에 대한 권한과 역할을 대기업 중심으로 추진하므로 중소기업에서 활용하기 어려운 구조이다.

또한, 중소기업의 소규모 정보시스템을 고려하지 않고, 대기업의 업무상 편의를 위한 방향으로 시스템이 구현되고 운영되어 중소기업 담당자는 자체 시스템을 사용하기보다 자재 수불, 제품 수불등의 업무 실행 결과를 Excel 기반으로 정리후 협업 시스템에 수작업 업데이트하는 방식을 사용하기도 한다.



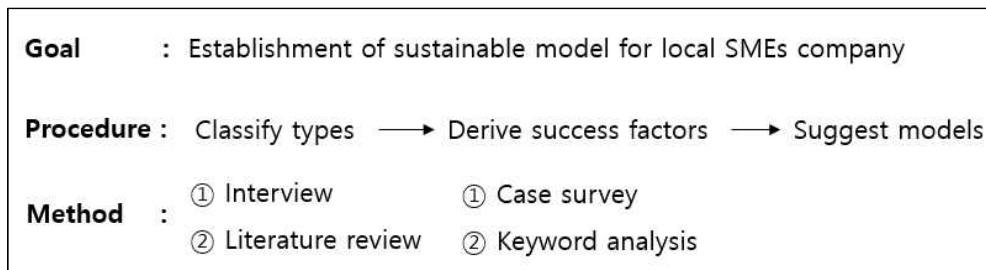
[그림-1] 산업환경의 변화

통계청의 발표에 따르면, 지역 중소기업이 스마트공장 사업에 참여를 못하는 이유로 투자 대비 효과 불확실성, 시스템 유지비용 과다, 정보화 전문 인력 부족, 지속적 투자 결여, 표준화 미비 등의 순서로 파악되었다[26].

즉, 중소기업 스마트공장 추진사업은 초기 투자 및 운영을 위한 비용과 인력 부족, 기업내 정보에 대한 표준화가 미비한 것이 사업의 참여를 저해한 요인으로 분석된다. 모기업과 협력사 간의 정보 교류 현황에 대한 문제점을 정리하면 하기와 같다.

- 1) 협력사 소통 채널 부족: ① 모기업과 협업을 위한 여러 개 채널 사용
② 모기업 중심의 업체간 소통
- 2) 정보 투명성 결여: ① 대기업에서 공급한 정보시스템 사용
② 전화, 메일 등을 활용한 정보 공유 단절
③ 독립된 자체 시스템 활용
④ 정보 보안에 따른 업체간 공유 수준 상이
- 3) 정보 추적 어려움: ① 긴급 오더 및 절품 정보 파악 난이
② 협력 업체 의사 소통방식 수작업에 의존
③ 업체 간 외주공정 진행정보 파악 어려움

본 연구는 관련 연구 조사를 통해 중소기업 스마트 공장에 대한 연구 동향과 내용을 확인하고, 중소기업 경영진과 담당자들에게 설문 조사 및 인터뷰를 통해 정보시스템 구축 현황과, 운영의 문제점, 성공 요인을 도출하고, 관련 문헌의 키워드분석을 통해 성공 요인을 추출하여 비교 검증하였다. 또한 스마트공장 추진 이해관계자를 지방 정부, 언론사, 대기업, 중소기업, 지역의 SI업체로 분류하여 지속가능한 지역 중소기업 스마트공장 추진 모델을 제안한다. 하기 [그림-2]는 연구모형 및 연구절차에 대한 설명이다.



[그림-2] 연구 모형 및 연구 절차

II. 문헌 조사

1. 스마트공장 성공 요인 분석에 대한 선행연구

스마트공장 보급사업이 진행되기 전까지는 중소기업 정보화 구축을 위한 성공 요인 또는 장애요인에 관한 연구가 활발히 진행되었으며, 주로 ERP를 중심으로 성공적인 시스템 구축방안에 관한 연구가 주류를 이루었다. 이후 스마트공장 구축을 위해 MES를 근간으로 하는 스마트 시스템의 구축 운영에 관한 연구가 활발하게 연구되었다. 특히 집적된 스마트공장 관련 생성된 다양한 자료에 대한 접근과 텍스트 마이닝 기법의 활성화로 성공사례에 대한 문헌 중심의 연구가 지속적으로 진행되고 있다.

스마트공장 시스템의 수용 의도 관련한 논문으로 정상일(2021)은 스마트팩토리 도입의 성과 및 만족도를 높이기 위해서는 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진 조건에 집중해야 하며, 경영자의 의지가 중요한 역할을 하는 것으로 확인하고, 공급기업의 역량 보다는 중소기업 자체의 내부 요인에 초점을 맞추어야 한다고 확하였다[17].

국내 스마트공장의 기술 연구 동향을 파악하기 위해 김송주(2022)는 문헌을 중심으로 키워드분석을 통해 현재의 트렌드 및 핵심 기술 요소를 규명하였고, IoT, 빅데이터, 클라우드, CPS(Cyber Physical System) 등 플랫폼 관련 연구가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 센서/디바이스, 네트워크, 보안 분야 연구는 서로 비슷한 비율을 보이고 있음을 확인하였다[4].

스마트공장 도입에 영향을 주는 요인 관련하여, 김정래(2020)는 성과 기대, 사회적 영향, 정부 지원 기대, 과업 기술 적합도는 도입 의도에 긍정적인 영향을 주며, 영향력의 크기는 정부 지원 기대, 과업 기술 적합도, 성과기대, 사회적 영향 순으로 나타났다[7].

한편 성공적인 스마트공장 도입을 위한 기술 결정 요인 관련하여 권세인(2020)은, 5대 기술 요인 중 센서 네트워크, 플랫폼 기술, 정보시스템이 스마트 제조 운영에 유의한 영향을 미쳤다고 분석하였다[1].

기술적 역량이 부족한 중소기업의 성공적인 스마트 팩토리 구축방안 관련하여 이재성(2022)은 공급 업체 선정, 패키지 커스터마이징 등의 조직 외부 요인과 최고경영자의 리더십 및 기업 분석 등의 조직 내부의 요인이 중요하다는 점을 분석하고 중소기업이 스마트 팩토리를 구축할 때 고려해야 하는 성공 요인을 도출하여 업계에 필요한 전략을 제안하였다[15].

정보시스템 도입을 위한 전략 추진관련 Malhotra(2010)은, 소규모 기업에서 ERP를 도입을 위해서는 프로젝트 팀, 구현, 데이터베이스 변환, 위험 관리 및 변경 관리 전략이 ERP도입의 성공 요소임을 확인하고, 특히 정확한 의사결정을 위해 모든 프로세스관계자에게 즉시 공유하고 인지시키는 것이 중요함을 제시하였다[23].

중소기업의 ERP 구현의 위험 요소에 대한 연구로 Svensson, A.(2021)은 소규모 회사는 가용 자원, 정보 시스템의 지식 부족 및 ERP 구현을 위한 IT 전문 지식 부족으로 인해 제약을 받으며, 성과에 대한 분석, 정보 통합, 손쉬운 사용, 비용절감, 관리자 및 직원들의 적극적인 참여 및 조직 간의 협업이 성공의 요소라고 분석하였으며, 최상위 의사결정권자의 역할이 특히 중요함을 기술하였다[25].

중소기업의 정보시스템 구축을 위한 변화 관리의 중요성에 대한 연구로 정세희(2014)는, 특정 중소기업의 사례 연구를 통해 조사하였으며, 이 연구에서는 시스템 도입과 안정화를 위해 최고 경영자의 역할이 중요하다는 점, 명확한 시스템 도입 목표와 의지, 지속적인 지원과 관심이 성공 요인으로 도출하였다. 또한, 전문가 육성을 위한 교육과 생산 현장 사용자에게 꾸준한 교육을 제공하는 것, 우수한 사내 인력을 활용하여 TFT 인력을 구성하는 것, 정부의 지원을 충분히 활용하는 것, 그리고 변화 관리를 위해 사전과 사후 교육을 계속적으로 진행하는 것이 조직 구성원의 저항을 최소화하고 시스템의 안정성을 도모하는 데 중요한 역할을 한다는 결론을 도출했다. 따라서, 변화 관리를 통해 중소기업은 성공적으로 정보시스템을 구축하고 안정적인 단계로 진행할 수 있다는 사실을 제시하였다[18].

관련 연구를 조사한 결과, 지역 중소기업의 스마트공장의 성공적인 추진 및 성공 요인 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있음을 확인하였다. 그러나 대기업과 정보 연동이 많은 중소기업의 특성을 고려한 지속가능한 스마트공장의 구축과 운영을 위한 연구와 실패 사례에 대한 연구는 상대적으로 미진함을 확인하였다.

다음 <표-1>은 스마트 공장에 대한 선행 연구자료이다.

〈표-1〉 관련 연구 자료

| 저자 | 내용 |
|---|--|
| 정상일, 박현숙 (2021). [17] | 중소제조기업의 스마트팩토리 고도화 수용의도에 미치는 영향요인 |
| 김송주 (2022). [4] | 국내 스마트팩토리의 기술연구동향을 파악하여 현재의 트렌드 및 핵심 기술요소를 규명함으로써 향후 관련연구에 대한 시사점을 제시 |
| 김정래 (20210). [7] | 스마트팩토리 도입 의도에 영향을 미치는 요인을 실증 분석을 통해 확인 |
| 권세인, 양종곤 (2020). [1] | 성공적인 스마트공장 도입을 위한 기술결정요인을 규명하고 제조운영 및 성과에 미치는 영향을 실증적으로 검증 |
| 주용한, 조인수 (2020). [20] | 텍스트마이닝을 통한 국내 중소기업들의 스마트 팩토리 도입 및 운영 성공사례들을 분석 |
| 이재성, 김성수, 김희웅 (2022). [15] | 기술적 역량이 부족한 중소기업의 스마트공장 성공을 위한 연구 |
| 이현호, 임춘성 (2018). [16] | 중소기업의 스마트 공장 도입에 대해 중소기업의 현황을 SWOT 분석을 통해 성공적인 도입을 위한 전략 제언 및 도입의 필요성 |
| 최해룡, 구자원 (2017). [22] | 국내 기업을 대상으로 주체, 환경, 자원 및 메커니즘 요인이 정보화 성과에 어떠한 영향력을 갖는지를 검증하고, 국내 대기업과 중소기업에 있어 정보화 성공요인이 정보화 성과에 미치는 영향도의 차이가 있는지에 대한 문제를 실증적으로 분석 |
| 김상현, 송경미 (2010). [3] | 대구·경북의 중소기업과 대기업의 기업과 기업 간 비즈니스 프로세스에서 정보기술에 기반을 둔 협업실행을 위해 필요한 요인들에 대해 연구 |
| 정세희, 이상완, 김봉진 (2014). [18] | 중소 제조 기업의 ERP 시스템 도입과 변화 관리의 성공적인 사례를 조사하여 그 요인들을 연구 |
| Malhotra, Rajiv, Cecilia Temponi (2010). [23] | 소규모 기업에서 ERP를 도입을 위해서는 (1) 프로젝트 팀 구조, (2) 구현 전략, (3) 데이터베이스 변환 전략, (4) 전환 기술, (5) 위험 관리 전략 및 (6) 변경 관리 전략이 ERP도입의 성공 요소임을 확인 |
| Svensson, Ann, Alexander Thoss (2021). [25] | 전사적 자원 관리(ERP) 시스템을 구현할 때 소기업이 직면하는 문제와 위험에 대해 설명하고, 성공적인 ERP 시스템의 구현은 회사의 모든 프로세스를 통합하고 개선하는 것이나 이 논문에서는 모든 시스템을 통합하는 것은 어렵다는 것을 제시 |

III. 지역 중소기업 정보화 유형 분류 및 성공 요인 분석

본 장에서는 지역 중소기업의 스마트공장을 구축하기 위한 새로운 사업에 대한 필요성을 파악하고 문제를 정의하기 위하여 중소기업, 대기업, SI업체에 설문 조사 및 인터뷰를 시행하였다. 설문 조사 대상자의 정보 및 특성은 하기의 <표-2>와 같다.

<표-2> 인터뷰/설문 대상에 대한 특성

| 구분 | 중소기업 | 대기업 | SI 업체 |
|----|--|-------------------------------|------------------------|
| 대상 | Management, production, quality manager, CEO | Material , purchasing manager | Smart factory provider |
| 방법 | Individual interview and online survey | Phone interview | Individual interview |
| 크기 | 82 | 10 | 6 (PM or CEO) |

1. 울산 지역 중소기업 정보화 유형 분류

대기업에 모듈/자재/원자재를 공급하는 지역 중소기업의 대표, 임원, 관리자들과 인터뷰를 통하여 자체 정보화 시스템 보유 및 활용도에 따라 중소기업의 정보화 유형을 다음과 같이 분류하였다. 기업 분류를 1) 스마트공장 추진 경험이 없는 기업, 2) 스마트공장 추진을 통해 시스템을 만들었으나 사용하지 않는 기업, 3) 정보시스템을 일부만 사용하는 기업, 4) 스마트공장 추진으로 시스템을 도입하고 잘 사용하고 있는 기업으로 구분하였으며, 상세내용은 아래 <표-3>과 같다.

<표-3> 정보시스템 사용 경험별 구분

| Type | 스마트공장 추진 경험 | 스마트공장 시스템 사용 | Data관리 도구 또는 시스템 |
|-------|-------------|--------------|-----------------------|
| 경험 없음 | X | X | Excel |
| 미 사용 | 0 | X | Excel |
| 이중 작업 | 0 | 0 | Excel |
| 정상 사용 | 0 | 0 | Smart factory systems |

첫번째 유형은 경험이 없는 기업으로, 기업 대표는 정보화에 대한 비용부담 문제를 최우선시하였고 실무 담당자는 정보시스템 도입에 따른 인원 감축 또는 업무량 과다에 대한 위험성을 염려하여 정보시스템을 이용하여 처리하는 것에 대해 부담을 느끼는 유형

이다. 이러한 기업은 모든 의사결정이 부분별로 권한이 나뉘어 있지 않고 모든 업무가 최고경영자에 결정에 따라 진행되는 특징이 있다.

두번째 유형은 비사용 기업으로, 사업이 확장되는 시점에 정부자금과 기업 자체 자금을 이용하여 스마트공장 사업을 추진하여 스마트공장 운영시스템을 구축하였으나, 모기업의 사업조정 등의 여파로 경영 위기와 관리자의 무관심으로 인해 시스템을 사용하지 않는 유형이다. 이러한 기업은 몇몇 핵심인력의 경험에 의한 정보를 취합하여 경영에 반영하는 구조이므로 업무별 담당자에게 의존하는 경향이 크다.

세번째 유형은 이중관리 기업으로, 정보시스템을 운영할 자체 인력까지 총원하여 시스템 운영을 하였으나, 유지보수 비용 절감과 운영 인력 이탈로 인하여 일부 업무는 시스템을 이용하여 처리하고, 일부는 다시 Excel과 같은 수작업으로 진행하여 데이터 정합성 확인을 하는 등의 이중 작업을 하는 유형이다. 이러한 기업 경영자들은 현재 정보화에 대한 문제점 또는 현황을 정확하게 파악하지 못하고 있는 경우가 많다.

마지막 유형은 시스템을 도입하고 현재까지 우수하게 사용하는 기업으로, 자체 전산 인력을 보유하는 경우도 있으며, 일반적으로 신뢰하는 스마트공장 지원사업업체(SI)와 장기적인 유지보수 계약을 통하여, 데이터의 오류, 사용법 문의 등의 일상적인 애로 사항이나 기능개선, 신규 개발 등의 업무도 원활하게 진행되고 있다. 이러한 기업은 정보화에 의한 기업의 이익이 무엇인지 이해하고 최고 경영자를 중심으로 전 임직원에게 수시로 정보화 교육이 계획되고 이행되고 있다.

2. 설문 조사를 통한 지역 중소기업 스마트공장 현황 및 성공요인 분석

설문 조사는 대기업에서 협력 업체를 관리하는 조직과 직원수가 100명 이하인 중소기업 대표자 또는 임직원등 82명을 대상으로 수행하였다. 설문 조사의 문항은 정부기관인 스마트제조혁신추진단에서 해마다 시행하는 중소기업 정보화 수준 조사를 참고하여 ‘정보화 인식’, ‘정보화 계획’, ‘정보화 수준’, ‘스마트공장 도입 기대’, ‘스마트공장 도입 인력 변동’, ‘스마트공장 도입 영향력’, ‘스마트공장 정보화추진 장애 요소’로 분류하여 진행하였다. 아래 <표-4>에 설문 그룹별 항목을 정리하였다. 여기서 괄호 안의 숫자는 설문지의 문항번호이다.

<표-4> 영역별 설문조사항목

| 영역 | 설문 항목 |
|----------|--|
| 기업 특징 | 종업원수(1), 주요납품처(2), 최종생산품 종류(3), 자재관리인원(26) |
| 정보화 인식 | 최고경영자(4-1), 임직원(4-2), 스마트공장도입후 인원변동(15) |
| 정보화 계획 | 계획유무(5), 정부자금지원경험(6), 정보화효과(11), 스마트공장도입의도(12), 가 장필요한부분(19), 필요기능(24) |
| 정보화 현황 | 정보담당인원(7), 아웃소싱비율(8), 홈페이지유무(9), 기업메일(10), 정보화 프로 세스(18), 자재정보관리위치(27), 납품서관리(29) |
| 정보화 장애요소 | 도입하지않은이유(13), 고려사항(25), 요인별 관련도 (28) |
| 비용 | 정보화비용충당(14), 클라우드사용(16), 구독형서비스(17) |
| 정보화 영향력 | 정보화영향력(20), 추진시주요기관(21), 추진결정영향력(22), 직원(23) |

본 설문으로 지역 중소기업은 대기업의 정책에 종속되고, 정보화를 위한 자원(비용, 인력, 지식, 경험)의 부족과 중소기업 특유의 창업자 중심 의사결정으로 미래에 대한 대책보다는 현재의 사업을 지속하는 수준의 정보화 활동을 진행하고 있는 것으로 파악된다.

각 영역별 내용을 정리하면 아래와 같다.

1) 기업 특징

- 종업원수: 평균 40명 이하 기업
- 주요납품처: 대기업
- 최종생산품: 대기업 공급용 자재/가공
- 자재관리인원: 3.38명

2) 정보화 인식

- 최고경영자의 관심: 67% 긍정
- 임직원 관심: 74% 긍정
- 스마트공장도입후 인원변동: 생산직은 감소,무변동(35%,52%), 사무직인원의 증가, 무변동 (27%, 49%)

3) 정보화 계획

- 계획수립: 미수립(27%)

- 정부자금지원경험: 유(29.9%), 무(68.8%)
- 정보화효과(11): 시간, 원가절감, 생산량증대 20%이상
- 스마트공장도입의도: 기 도입 및 도입의도 (27.7%)
- 가장필요한부분: MES 구축(25.8%)
- 필요기능: 품질, 원가, 자동화, 생산력

4) 정보화 현황

- 정보담당인원: 1.2명
- 아웃소싱비율: 경험있음(60%)
- 홈페이지유무: 보유(72.7%)
- 기업메일: 활용(67.5%)
- 정보화 프로세스: 구현되고 실행중(6.5%)
- 자재정보관리위치: 엑셀파일 (44.4%)
- 납품서관리: 전산 프린터 출력 (28.6%)

5) 정보화 장애요소

- 도입하지않은이유: 자금문제(37.1%), 인력 확보(16.5%)
- 추진시 고려사항: 추진인력(41.3%), 자금확보(33.8%),
- 요인별 관련도: CEO의지 > 비용 > 참여인원 > 정보화추진업체 > 프로젝트 기간
> 대기업지원 > 협력업체 순

정보화에 대한 지원조직이 없어 투자 효용성에 대한 두려움이 앞서고, 당장의 업무 성과에 영향을 주는 장기적인 투자 결정을 내릴 수 없으며, 대기업의 요청에 응대 하기 위한 최소한의 기능을 유지하는 것으로 파악되었다.

정보화의 범위가 대기업-중소기업으로 한정될 것이 아니라 중소기업과 그 기업을 중심으로 물류체인이 연결된 2, 3차 파트너사와의 실물정보 공유를 위한 부분도 고려할 부분으로 파악되었다.

메일등의 사무 협력을 위한 도구를 구독형으로 사용하는 경험이 높으며, 저렴한 사용료를 기반으로 제공되는 정보시스템이 있을 경우 도입 가능 할 것으로 판단된다.

기존 요원에게 추가 업무(정보화 관련)를 부여할 경우 거부 또는 현재 맡은 업무의 생

산성에 영향을 줄 수 있으므로, 초기 정보화 및 운영을 위한 인력 투입에 대한 문제도 고려하여야 할 부분으로 파악되었다.

정보화 계획을 수립하고 추진한 응답군과 그렇지 않은 응답군을 비교하면, 미 실행 응답군이 비용, 인력, 스마트 공장에 대한 이해도 부족이 높다는 것을 확인되며, 홈페이지, 아웃소싱 등에 대한 결과를 통해 전산 인프라도 상대적 열악함을 확인 할 수 있다..

다음 <표-5>는 정보화 계획 수립 관련 응답중 수립 및 추진과 그 외의 업체에 대한 주요 항목별 비교자료이다.

<표-5> 정보화 ‘계획 수립 실천’과 ‘미 수립 또는 미 실행’ 비교

| 구분 | 계획수립 및 실천 | 미 계획 또는 미 실행 | 비고 |
|---------------|-----------|--------------|------------------|
| 자금 및 투자효과 문제 | 45.5% | 83.0% | 스마트 공장 추진시 고려 사항 |
| 스마트 공장 이해부족 | 27.3% | 47.2% | |
| 인력자원 부족 | 27.3% | 49.1% | |
| 능력있는 공급업체 부족 | 18.2% | 13.2% | |
| 대기업 시스템에 종속 | 9.1% | 9.4% | |
| 홈페이지 운영 | 100.0% | 64.2% | |
| 구독형서비스 긍정 응답율 | 63.6% | 66.0% | |
| 아웃소싱 비율 | 41.80% | 20.8% | |
| 정부지원금 이용 경험 | 59.09% | 18.5% | |
| 생산직 인원 변동 없음 | 71.43% | 52.0% | 스마트 공장 추진후 인원 변동 |
| 사무직 인원 변동 없음 | 63.64% | 45.1% | |

위 <표-5>에 따르면, ‘계획 수립 및 실천’ 그룹은 자금 투자, 홈페이지 운영, 구독형 서비스 등에서 높은 성과를 나타내고, 반면에 ‘미 계획 또는 미 실행’ 그룹은 스마트 공장 이해 부족, 인력 자원 부족, 대기업 시스템 종속 등에서 더 많은 문제를 겪고 있는 것으로 확인된다. 아웃소싱 비율 및 정부 지원금 이용 경험에서는 ‘계획 수립 및 실천’ 그룹이 상대적으로 많다는 것은 주로 정보화 시스템 구축은 스마트 공장사업을 통해 진행됨을 확인 할 수 있다.

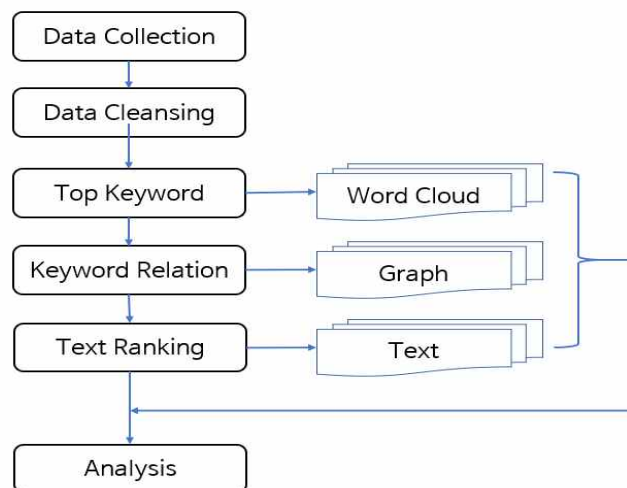
특히 비용 관련, 도입/구축/운영을 위한 일회성 지원이 아닌 계속적으로 정보시스템이 운영 가능한 방식으로 지원이 이루어질 수 있는 장치가 마련되어야 할 것으로 파악되었다.

설문조사 결과에 대한 자세한 내용은 부록-I을 참고하십시오. 부록-I에는 설문별 응답 결과와 관련 그래프 그리고 각 설문 결과에 대한 해석이 제공됩니다.”

IV. 키워드분석을 통한 지역 중소기업 스마트공장 성공요인 분석

1. 키워드분석 및 절차

일반적으로 사회현상이나, 특정 영역에 대한 시사점을 찾아내기 위해 인터뷰, 설문 조사, 문헌조사 등을 수행하게 되는데, 최근에 텍스트 마이닝 기술이 발달 되어 다양한 방법으로 텍스트 내의 주요 단어를 추출하여 유의미한 결과를 도출하고 있다. 본 연구에서도 스마트제조혁신추진단에서 제공하고 있는 우수 구축사례 75개 업체의 인터뷰 자료를 대상으로 키워드 및 연관 문장을 분석 추출을 진행하였다[33]. 본 키워드분석을 통하여 스마트공장 성공을 위한 핵심 키워드를 발굴하고 그 결과를 설문 조사와 및 인터뷰로 연계하여 지속가능한 스마트공장 운영에 대한 방안을 제시하는 자료로 사용하고자 한다. 연구 방법은 [그림-33]과 같이, 인터뷰 자료를 추출하고, 유사 단어를 제외하고, 주요 키워드 도출과 각 키워들 간의 빈도수를 기반으로 밀집도를 도출하여 해석하였다. 각 단계별 결과에 대한 가시화 작업도 동시에 수행하였다.



[그림-3] 키워드분석 절차

본 과정을 수행하기 위해 사용된 주요 모듈은 자연어 처리 및 문서 분석용 파이썬 패키지 nltk를 이용하여 단어(명사)를 추출하고, 워드 클라우드 작성을 위하여 Wordcloud 그리고 단어 간 연결 등 관계 분석을 위하여 networkx 모듈을 사용하여 주요 단어의 순서를 계산하고, Matplotlib을 사용하여 시각화, Text ranking을 위해서는 빈도수가 높은 단어가 밀집된 문장을 추출할 수 있도록 알고리즘을 구현하였다.

2. 키워드분석 결과

단어추출을 하기 전에 여러 차례의 Data cleansing 작업이 선행하였고, 전체 Text에 고르게 분포된 단어와 몇몇 Text에서는 출현 빈도가 없는 단어들의 가중치를 다르게 하여 Text ranking을 구하는데 적용하였다. 텍스트 분석 결과 빈도수가 높은 단어를 정리하면 다음과 같다.

(‘시스템’, 1037), (‘구축’, 837), (‘관리’, 815), (‘생산’, 787), (‘기업’, 740), (‘현장’, 663), (‘공정’, 623), (‘도입’, 578), (‘직원’, 557), (‘MES’, 497), (‘품질’, 495), (‘데이터’, 450), (‘작업’, 420), (‘업무’, 386), (‘설비’, 368), (‘확인’, 352), (‘자동화’, 352), (‘실시간’, 351) 등의 순서이다.

‘공정’, ‘MES’, ‘품질’, ‘자동화’, ‘실시간’ 등의 단어 빈도가 높은 것은 스마트공장 정보 시스템이 제조 현장 위주의 시스템으로 구현됨을 알 수 있다. 또한 ‘관리’, ‘확인’, ‘생산’, ‘데이터’ 단어는 제조데이터 기반의 생산관리가 체계가 구축되어야 성공적인 스마트공장이 만들어진다는 것을 보여준다. 자세한 내용은 [그림-34]와 같다.



[그림-4] 스마트공장 성공요소

그리고 주요 키워드별 연결된 단어를 정리하면,

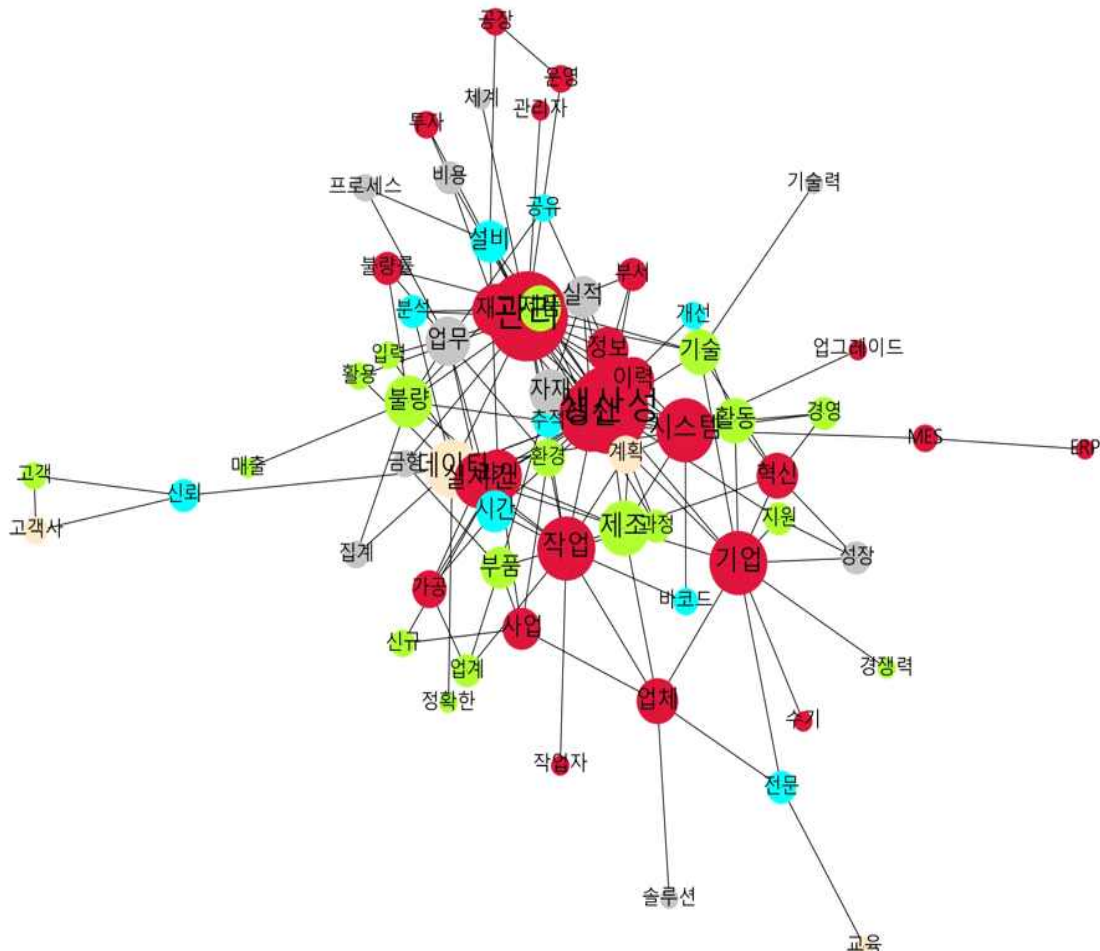
‘관리’ - (설비, 실적, 업무, 자재, 정보).

‘생산성’ - (정보, 이력, 자재, 추적, 계획, 개선, 기술).

‘실시간’ - (데이터, 시간, 환경, 부품).

‘기업’ - (지원, 혁신, 성장, 업체, 경쟁력) 등이다.

단어의 연결 정도는 ‘관리’, ‘생산성’, ‘실시간’ 이 가장 높다. 즉, 스마트공장 시스템을 도입하여, 기업의 혁신을 통해 경쟁력을 높이고, 이러한 근간이 되는 기업의 생산성은 설비, 자재, 계획, 실적 정보를 실시간 데이터 기반으로 정보시스템에서 관리되어야 함을 알 수 있다. 주요 단어 간의 관계도는 아래 [그림-35]와 같다.



[그림-5] Top-100 단어 관련도

3. 주요 단어 상호 연관성

추출된 단어 중에서 출현 빈도가 높은 순으로 100개를 선정하여 해당 단어를 기준으로 전체 Text의 문장에 선택된 100개의 단어가 출현 되는 횟수를 카운터 하여 100x100 matrix를 구축하였다. 또한 [그림-35]와 같이 이 값을 사용하여, 100개의 단어는 네트워크의 노드 값에 입력하고, 단어별 matrix (발생빈도)가 0보다 큰 값을 엣지에 입력하였다. 이 단어별 관계도를 통해서 다음과 같이 중요 핵심 단어를 분류할 수 있다.

- 생산성 - 생산, 자재, 추적, 이력, 제조, 공정, 환경
- 관리 - 제품, 재고, 업무, 설비, 실적
- 실시간 - 데이터, 시간, 환경, 부품, 금형, 환경
- 기업 - 혁신, 지원, 성장, 제조, 경쟁력,
- 작업 - 제조, 부품, 과정, 시간, 바코드

따라서, 성공적인 스마트공장은 자재에 대한 추적, 제조에 대한 공정과 이력 등의 관리가 생산성을 높이는 데 기여하고, 재고, 설비, 제품 등 실적 등에 대한 실시간 관리환경을 구현하고, 이를 기반으로 시점관리가 가능한 바코드 등을 활용하여 수주, 계획, 제조, 납품에 이르는 전체 과정을 모니터링 할 수 있도록 하는 것으로 분석하였다.

4. 주요 문장 추출

전체 텍스트의 각 문장 중에서 주요 단어의 사용 빈도가 높은 문장 순으로 열거하면 다음 <표-6>와 같다.

표에서도 단어별 관계도를 통해서 확인한 것과 같이 제조 공정별 실시간 관리를 자동화하고 제품 주문, 부품, 설비, 생산, 납기에 이르는 전 과정이 모니터링 가능하여 업무 효율과 생산성이 향상되고, 이는 기업의 매출에 영향을 준다는 점을 확인할 수 있다.

<표-6> 주요문장 추출

* 75개 인터뷰 내용중

| 문장 | 키워드빈도 | KPI |
|--|-------|-----|
| 세부적으로 살펴보면, 바코드를 적용한 작업 지시서 발행 및 생산 실적 집계를 통한 작업 일보 관리, 설비 점검 정보 관리를 통한 실시간 모니터링 및 제품 생산 조건 이력 관리, 최종 검사 실적 입력을 통한 데이터 관리와 공정 Lot 추적 관리 시스템을 구축한 X-Rs Chart 관리 등 MES을 통해 다양한 부분에서의 성과를 얻게 된 것이다. | 21 | PQ |
| 이를 위해 첫 번째로 제조 설비 연동과 용접 체커기 도입을 통해 용접 공정의 작업 공수를 절감하고 높은 생산성을 확보할 것을, 두 번째로는 불량 유형 관리를 통해 지속적인 불량 발생 부분을 개선하고 로트 추적 관리 시스템을 도입할 것을, 세 번째로는 생산 현장 정보의 실시간 수집·분석 및 생산 공정의 제어·감시를 통해 작업자의 의사결정을 원활히 지원할 것을 제안했습니다. | 20 | PC |
| 그런데도 전 공정(자재 입고→SMD공정 →조립→포장)의 생산 효율을 저하하는 과도한 수기 작업을 축소하고, 다품종 검사 데이터의 DB화로 품질 이력 추적성을 강화하고, 현장 내 모니터링 체계 구축으로 체계적인 관리가 가능한 제조 현장으로의 개선이 필요해 보였습니다. | 18 | QD |
| 효율적인 생산관리와 품질 관리를 위해 제조실행시스템을 구축하는 것으로, 영업 담당자가 고객의 주문을 받아 등록하면 이후 원제품 입고 등록과 각 열처리 공정 실적 등록과 출고 후 납품까지의 모든 이력이 ICT 기술로 제어되고 측정되며, 그 과정에서의 작업 이력은 데이터로 고스란히 남게 된다 | 18 | PD |
| 작업자와 관리자는 각 설비에 설치한 POP(Point of Production System, 생산 시점 관리 시스템)와 바코드로 전체 공정 흐름을 실시간 자동 집계하고, 관리자 간 업무 일정을 편리하게 공유하며, 수기로 작성하던 작업 일보를 자동 취합분석 후 리포팅할 수 있어 업무 효율이 크게 상승했다 | 18 | P |
| 설비 가동 여부, 생산 실적을 실시간으로 확인하기 위해 현황 모니터링을 구축하고, 수작업으로 처리해온 가공 데이터를 자동으로 집계·처리할 수 있도록 기존 시스템을 개선하는 등 SPC(통계적 공정 관리) 수준으로 품질 관리의 질을 높이기 위해 노력했습니다 | 17 | PQ |
| 제품에 대한 제조단계의 작업자, 생산 설비, 제조 조건 등 다양한 제조 이력정보 관리를 통해 품질 관련 고객 요청에 신속한 대응력을 확보 하게 되어 업무 효율성과 생산성 향상, 나아가 매출 증대에도 크게 기여할 것으로 기대합니다. | 17 | QD |
| 공정과 품질 데이터가 실시간으로 공개 집계 되는 시스템의 구축 이후, 현장에 내려가면 한 번에 불량과 제조품 이력을 곧바로 확인하게 되었고, 공장장과 작업자들이 신경 써야 할 일들이 '실시간으로' 많아졌다 | 17 | QP |
| 로트 추적 시스템 업그레이드로 품질관리 능력을 강화하고, 정밀측정기의 정보 데이터 활용으로 불량률을 혁신적으로 감소하며 단조 가공라인에 설비 통제 시스템을 도입해 가동률을 향상시킬 계획. | 17 | QP |
| 시범 운영을 거쳐 본격 운영에 들어간지 6개월째, 생산 제조라인의 원자재, 제품, 장비, 공정상태의 센싱 데이터를 수집하여 모니터링하고 생산계획대비 생산 실적의 실시간 관리를 통하여 생산효율을 높이고 원가 경쟁력을 확보하는 데 의미있는 성과를 거두고 있다. | 16 | PC |
| 전사정보 시스템과 연계된 MES를 구축해 생산 계획, 실적 관리, 품질관리, 금형 및 설비 관리, 기존 정보 관리를 하고, 설비와 직접 연동된 POP 시스템을 통해 현장 작업 과정의 데이터를 집계하는 시스템을 갖췄다. | 16 | P |
| MES에는 관리자들의 데이터 조회와 관리를 위한 관리자모드, 작업자의 실적 입력 전산화를 위한 현장 POP, 중간관리자의 데이터 입력 및 조회를 위한 관리자 POP를 적용했고, 현장 실적 모니터링을 위한 시스템을 현장 요소마다 설치해 실시간 현황 공유가 가능한 스마트공장을 구현하게 했습니다. | 16 | PD |
| MES 도입 후, 축적된 데이터를 토대로 불량 발생 시 생산 이력을 추적해 그 요인을 찾아냄으로써 수율을 향상했고, 설비 자재 시스템 간 실시간 통신으로 불량률이 최소화된 대량 생산 체계를 구현해 에너지 설비 효율을 높였습니다. | 16 | QP |

| | | |
|---|----|----|
| 신규라인에 스마트공장을 구축하면서 다양한 정보가 실시간으로 축적되고, 빅데이터를 활용해 표준화한 공정 데이터를 확보하게 돼 업무 효율과 생산성이 개선된 점이 가장 만족스럽다. | 16 | P |
| 5축 공작 기계 및 3축 MCT, CNC 선반 설비, 3차원 좌표 측정기 등 15개 설비에 시스템을 연계해 현장에서 수작업으로 관리하던 데이터를 클라우드형 MES로 수집하고, 공정 추적이 가능한 바코드 시스템을 도입해 고객사가 요구하는 까다로운 생산 관리와 품질 관리를 만족시켰다. | 16 | QD |
| 현장 직원과 관리자들, 임직원 간의 소통과 부서 간 업무 공유, 나아가 고객사와의 신뢰 구축을 통해 '더불어' 성장하는 경영의 기반을 다지고자 도입한 것입니다. | 15 | PD |
| 업무 프로세스를 효율적으로 개선하기 위한 목적으로 스마트공장 사업에 참여했지만, 이 가운데서도 타입 체크 시간의 알림 경보 시스템 구축과 도면 및 품질 이력 전산화, 실시간 모니터링 시스템 구축 등에 중점을 두고 진행했다. | 15 | QP |
| 기업 경영활동과 생산활동의 효율성을 향상시키기 위해 ERP(Enterprise Resource Planning, 전사적자원관리) 시스템을 도입한 데 이어 보다 효율적이고 체계적인 생산, 공정 및 품질관리를 위해 MES를 구축했다. | 15 | PQ |
| 수기에 의존했던 데이터를 실시간으로 집계해서 전산화하고, 이러한 생산 현황을 기존 ERP 시스템에 연동하여 전 업무 담당자들이 공유하는 통합관리 체계를 구축하는 것이 목적이었다. | 15 | PD |
| 아울러 MES 구축을 통해 품질 안정화, LOT 추적관리 등이 가능해졌고, 특히 WICON(IoT 센서 게이트웨이)자동화 장비를 도입하여 중점관리 공정의 온도/습도 모니터링이 실시간으로 가능해져 제품의 품질 향상에도 크게 기여하고 있다. | 14 | QD |
| 공장 운영 모니터링을 통해 정확한 품질 분석과 원활한 데이터 공유가 가능해지면서 자체 경쟁력 확보는 물론 빠르게 변화하는 고객 니즈를 충족하는 생산 현장 시스템을 완성했다. | 14 | QD |
| 이메일, 전화 등으로 협력 업체들과 자료를 주고받던 수입 검사 담당자는 MES와 연동된 VAN 시스템(거대 기업 상호 간 데이터를 축적·공유할 수 있는 통신서비스망)을 활용해 외주·구매 승인 프로세스를 통한 간편한 입고·수불 관리가 가능해져 업무 효율이 향상했다. | 14 | CP |
| 자주 검사는 현장 작업자가, 수입 검사는 품질 관리 부서에서 진행했는데, 지금은 생산 실적 및 검사 관리 모니터링을 통한 실적·품질 관리, 설비 및 금형 등의 이상 상황 관리, 이상 발생 시 즉시 조치 등으로 생산 효율을 높이고 있습니다. | 14 | QP |
| 스마트공장을 도입하면서 가장 먼저 품질 개선, 생산성 향상, 설비 및 작업 방법 개선, 레이아웃 재배치 최적화, 환경 안전, 3정5S 활동으로 구분한 '제조혁신 6대 실행계획'을 수립했다. | 14 | QP |
| 스마트공장 사업을 담당한 고현웅 차장은 실시간 생산 수량 및 품질 정보를 신속하게 제공해 의사 결정 시간을 단축하고, 위험 요소에 대한 예측과 생산 물량의 적시 산출로 위험 대응 및 실적 분석이 용이하도록 구현할 계획입니다라며 자료의 신뢰성과 즉시 활용도가 높아지도록 설비 상태와 가동률, 생산량을 신속하게 파악할 수 있도록 2차 구축 사업은 설계되고 있습니다라고 설명했다. | 14 | QP |
| MES/POP 시스템은 '한 눈에 모든 공정을 확인할 수 있는' 관리 시스템으로, 이전 작업자 개인이 수기로 기록하는 불확실한 데이터와 작업 표준화 미비 등 생산 효율이 떨어지는 문제점을 개선해 신뢰성 향상에 크게 기여했다. | 14 | P |
| 생산과 설비 관리 데이터는 XX(주)가 보유한 전산 업무 부서에서 집계하고 관리해 오긴 했지만, 이는 현장 작업자들이 일일이 수량을 확인해서 수기로 작성한 뒤 이 자료를 전산팀 근무자가 입력해야 비로소 '데이터화'가 가능했다는 것이 생산기술팀 한상목 과장의 설명이다. | 14 | QC |
| ERP 시스템에는 구매, 자재, 생산에 대한 업무 지원 기능이 있었지만, 정작 시스템과 생산 공정이 연계되어 있지 않아 생산 데이터를 담당자나 관리자가 수기로 입력했다. | 14 | C |
| 스마트공장 사업을 통해 품질이 안정화되면서 회사는 생산성 20% 향상, 공정 불량률 감소율 300% 개선, 새로운 소재의 적용 개발 등 신기술까지 집약되며 인지도가 높아지고 매출이 늘어나고 있다. | 14 | QP |

위 문장 내용을 생산성(Productivity), 품질(Quality), 원가(Cost), 납기(Delivery)로

구분 집계하면, 생산성 향상(42%), 품질 개선(30%), 납기(17%), 원가절감(10%) 순이며, [그림-36]과 같다.

이 결과는 스마트공장 프로젝트가 생산현장을 중심으로 시스템을 구현(적용)하므로 중소기업에서 스마트팩토리 사업을 추진하는 이유가 기업의 생산성을 높이고 품질 향상에 중점을 두고 있음을 확인 할 수 있다.



[그림-6] 키워드 문장별 PQCD분류

5. 실패사례 분석

성공사례 키워드분석과 같은 방법으로 실패 사례에 대한 문헌을 인터넷에서 블로그 및 기사등을 스크랩하여 진행하였다. [그림-37]은 주요 키워드의 WordCloud이며, [그림-38]은 주요 키워드간 관계도 이다.

주요 키워드중 ‘도입’, ‘조직’, ‘비즈니스’, ‘사용자’, ‘현장’, ‘데이터’, ‘변화’, ‘업무’, ‘정보화’, ‘요건’, ‘프로세스’, ‘비용’, ‘기준’, ‘CIO’, ‘인력’ 등의 단어의 빈도가 높게 나타나며, 각 단어가 내포하는 의미는 다음과 같다.

도입: 조직의 업무 및 프로세스 개선을 목적

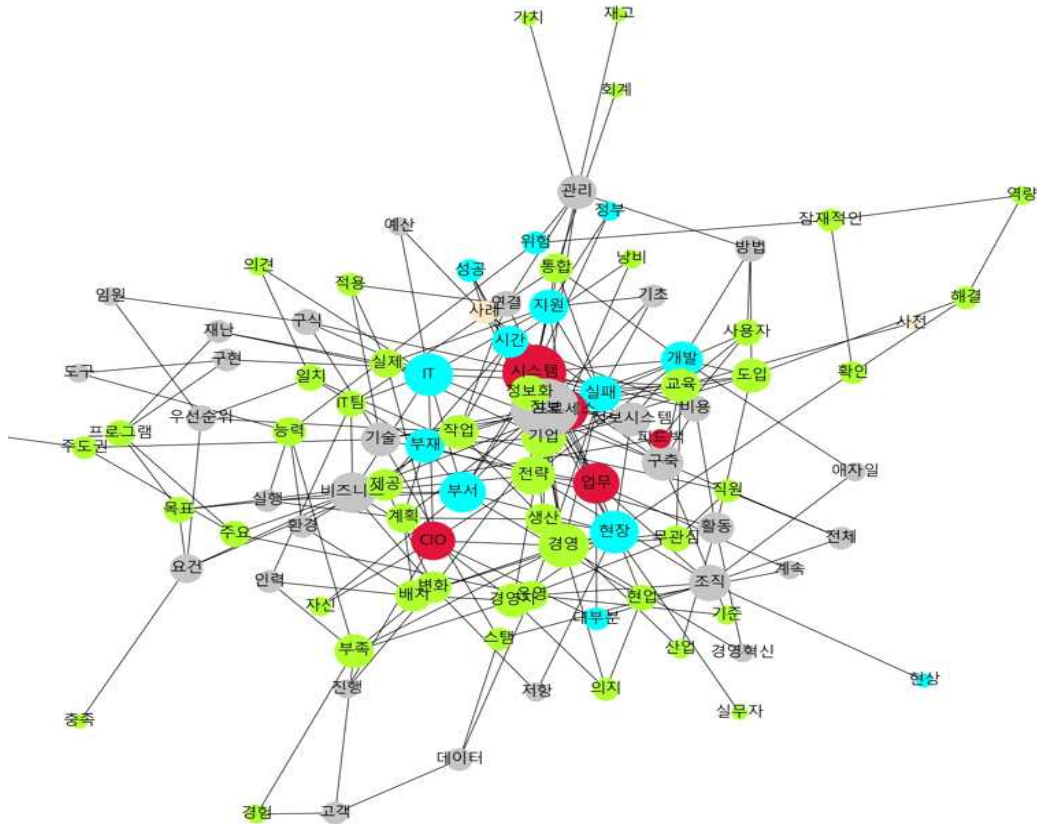
조직: 정보화 프로젝트의 성공은 조직 내에서의 지원과 협업에 의존됨

비즈니스: 정보화 프로젝트는 비즈니스 목표 달성을 위해 계획되고 실행됨

사용자: 사용자 중심의 접근과 교육이 프로젝트의 성공에 중요

현장: 현장의 요구사항과 특성을 고려해야 프로젝트가 성공

데이터: 데이터의 활용과 분석은 업무 개선과 의사 결정에 중요한 역할



[그림-8] 실패 사례 주요 키워드 관계도

[그림-8]의 주요 키워드별 연결된 단어를 정리하면 다음과 같다.

- 조직 - 무관심, 활동, 현업, 직원
- 프로세스 - IT, 시스템, 실패, 기업, 업무, 작업, 부서
- CIO - 부재, 부족, 경영, 운영, 프로세스, 기술, IT팀, 자산
- 사용자 - 도입, 교육, 개발, 방법, 피드백
- 비용 - 활동, 시스템, 구축, 피드백
- 변화 - 경영, 운영, CIO, 전략, 계획, 저항, 부족, 현장, 비즈니스, 실패
- 실패 - 교육, 개발, 통합, 변화, 시스템, 프로세스, 경영

본 실패 사례에 대한 키워드 관계도는 중소기업에서의 정보화 프로젝트 실패는 다양한 요인들 간의 상호작용으로 인해 발생하는 것으로 확인되며,

조직 내의 무관심과 활동 부족, 프로세스와 IT 시스템 구축의 실패, CIO의 경영 역량 부족, 사용자의 도입과 교육 부족, 비용 관리의 부족, 변화 관리의 어려움 등이 정보화 프로젝트의 실패에 영향을 미치는 주요 요인임을 확인 할 수 있다.

V. 지속가능한 지역 중소기업 스마트공장 운영시스템 제언

1. 지속가능한 스마트공장의 정보화 조건

지역 중소기업의 정보시스템의 연속성을 보장하기 위해서는 도입한 정보시스템의 우수한 품질, 제공하는 모듈의 기능과 프로세스가 현장과 부합하고, 수시로 발생하는 오류, 문제점, 교육 요구 등에 대하여 지속해서 대응할 수 있어야 한다. 그리고 기업에서 이러한 시스템을 도입, 운영하기 위한 비용 마련도 필요하다. 인력이나 투자금이 부족하기 쉬운 지역 중소기업, 소규모의 지역 SI 업체 등을 고려하였을 경우 기업과 정부자금으로 이루어지는 스마트공장 보급사업은 구축의 목표는 이룰 수 있지만 운영에는 어려움이 따른다. 이에 본 절에서는 앞선 분석을 바탕으로 지속 가능한 스마트공장 운영을 위해 필요한 조건을 다음과 같이 정의하였다.

C1) 비용 산정: 도입 기업에서 허용할 수 있는 비용이 투자되어야 한다.

C2) 도입 계획: 도입의 목적에 따른 구축 범위 및 일정을 정의하여야 한다.

C3) 구축 시:

- ① 도입기업과 구축 기업 간의 신뢰 확보되어야 한다.
- ② 계획에 따라 추진되고 문제점은 공유되고 같이 해결하여야 한다.
- ③ 도입기업의 생산 활동에 영향을 최소화해야 한다.
- ④ 구축 기간은 최소화 되어야 한다.
- ⑤ 수요기업의 업무 프로세스와 정보시스템의 아키텍처는 동일해야 한다.
- ⑥ 수요기업과 비즈니스 관계가 있는 외부(협력사-고객사) 그리고 내부 조직(현장, 사무실)간의 전체 프로세스를 고려하여야 한다.
- ⑦ 주요 운영 인력(Power User)을 프로젝트에 참여시키고 Data준비 및 교육을 진행한다.

C4) 유지보수: 사용자 측에서 비용 부담이 적도록 장기적인 지원이 가능하여야 한다.

C5) 구축 후: 관리기관에서는 프로젝트의 성공적인 구축과 지속적인 운영에 대한 후속 감리 체계를 마련하여야 한다.

C6) 리더쉽: 모든 투자의 집행, 자원 활용, 프로세스 변경의 최종 결정권자인 기업 대표자의 확고한 의지와 추진력이 필요하다.

2. 성공적인 지역 중소기업 스마트공장 운영 모델 제안

울산 지역은 대기업집단으로 구성된 중공업, 자동차, 화학, 비철금속 단지로 구분되어 다른 지역과는 다른 산업의 특징을 지니고 있기 때문에 상생 협업시스템 구축을 통해 대기업, 협력 업체 간 전체 물류 공급망의 가시성 확보, 납기 기간 단축, 재고 절감을 이룰 수 있는 것이 중요하다. 이를 위하여 중소기업의 제품을 사용하는 고객인 대기업, 스마트 공장을 도입하고자 하는 중소기업, 중소기업의 운영(경영)환경을 지원하는 지방정부, 정보화 시스템 개발 구축을 담당하는 SI 업체(스마트공장 공급업체) 간의 원활한 협업이 되도록 스마트공장 운영시스템이 추진되어야 투자와 운영 비용에 대한 효율성을 가져올 것이다. 이를 위해 다음과 같은 운영 모델을 제안한다.

- S1) 시스템 표준화: 스마트공장 운영시스템은 지역 중소기업에 맞는 스마트공장 시스템을 지역 SI 업체들이 공동으로 표준화하여 개발한다.
- S2) 비용: 개발비용은 정부, 대기업, SI 업체가 공동으로 투자한다.
- S3) 계약: 스마트공장 정보화시스템 개발에는 업무분석 및 시스템 구축 비용과 시스템 운영 비용으로 이분화하여 공급과 운영에 대해 계약을 진행한다.
- S4) 개발 및 유지보수: 산업별, 업종별 업무 프로세스를 표준화하여, 소프트웨어 공급 목적이 아닌 서비스의 공급으로 관점을 바꾸어, 수요 업체의 역량에 맞추어 대응하도록 한다.
- S5) 대기업 연계 시스템: 스마트공장 시스템은 대기업과의 인터페이스를 구현한다.
- S6) 지역 정부의 지원: 대부분의 공장에서 사용 가능한 스마트공장 시스템 운영 인프라를 제공하여 저비용으로 사용 가능하도록 지원한다.
- S7) 인력 양성: 인력 Pool은 전문분야별 업무경험자와 IT개발 경험을 한 사람을 대상으로 수요기업의 업무 프로세스 정의를 지원하고 공급업체와의 프로젝트를 위한 진행할 수 있도록 훈련프로그램을 마련하여야 한다.

이를 통하여 각 참여자들의 이익은 다음과 같다.

중소기업(수요기업):

- ① 최적의 비용으로 정보시스템 구축 및 지속적인 운영환경 마련
- ② 물류 네트워크(고객-기업-공급업체)의 관리 개선으로 생산성 향상
- ③ 데이터 기반의 업무환경 구축으로 Global 경쟁력 기반 마련

④ 내/외부와 거래하는 데이터가 실시간으로 확인되고 프로세스의 개선의 기회를 제공

⑤ 전문가의 컨설팅을 통한 업무 혁신 가속화

대기업:

- ① 협력업체 정보시스템의 지속적인 운영관리를 위한 비용 감소
- ② 협력업체 제공 정보 (자재 도면, 공정정보등) 의 보안 강화
- ③ 인터페이스 개방에 따른 비즈니스 속도 증대 및 신규 사업 기회 포착

지역 SI(스마트공장 공급업체):

- ① 지속적인 사업환경(최초 설치외 지속적인 유지보수 매출 발생) 토대 마련
- ② 구축모델 타 지역 확산 및 데이터 기반의 신규 비즈니스 기회
- ③ 시스템 개발, 유지보수 및 운영관리
- ④ 저비용의 고급 컨설턴트의 지속적인 참여로 프로젝트 성공률 향상

지역 정부:

- ① 지역 기업 경영 안정화로 지역 발전기여
- ② 최적의 비용으로 지속가능한 중소기업 스마트공장 모델 확보
- ③ 유휴 인력에 대한 일자리 확보

이를 요약하면 하기의 [그림-39]와 같다.

| | Opportunity - Business creation | Contract - Subscription service | Expert - Knowledge information, Consulting |
|--|--|--|---|
| Business - Improve Competitiveness | Large Company (Customer) - Data sharing | Small Medium Company - Operation - Power user | Partner company (Supplier) - Data sharing |
| Infra(Cloud) - Efficient cost | Local government - Business Owner - Infra support | IT Provider - Standardization - Management | Resource Pool - Consulting - Domain expert |



Cost-effectiveness, Regional characteristics, Process improvement,
Securing human resources, Real-time collaboration, Accumulation of information,
Sustainability

[그림-9] 시스템 운영모델과 참가자들의 역할

앞선 설문조사와 키워드분석을 통해 얻은 결과를 바탕으로 본 절에서는 중소기업의

성공적인 스마트공장 구축 및 정보화 사업을 위해 중소기업의 정보화 유형별 문제점과 해결방안을 다음 <표-7>과 같이 정리했다.

<표-7> 중소기업의 정보화 타입별 이슈와 해결방안

| Type | Current Issues | Solution |
|--------|--|---|
| 경험이 없음 | 정보화 계획 없음 비용 부담 ROI 불확실성 | C3, C7 and S7 C6 S1 C1 and Solution-2 |
| 미사용 | 개선 계획 없음 운명을 위한 충분하지 않은 인력 정보시스템과 현재 프로세스의 차이가 큼 | C7 C1 and S2 C3, C4 and C7 S5 and S6 C2, C3, C5, and C6 |
| 이중 작업 | 초기 투자비용이 충분하지 않음 시스템 개선의 어려움 사용자 작업량 증가 | C3 and S1 S4 S5 and S6 C3 and C7 |
| 정상 사용 | 시스템을 정상적으로 운영 지속적인 개선 추진 | S5 and S6 C3 |

VI. 결론

본 논문에서는 지역 중소기업의 스마트공장사업에 대한 성공 요소에 대한 문헌분석과 지역 중소기업별 인터뷰 및 설문 조사를 통하여, 지역 중소기업의 스마트공장 도입 현황 및 정보시스템 운영에 대한 문제점을 확인하였다. 스마트공장 우수기업의 인터뷰 내용을 기반으로 키워드분석을 수행하여 스마트공장의 성공에 대한 키워드를 도출하였다. 대기업 구매 부분과 정보시스템을 담당하는 인원과 미팅을 통하여 대기업 측면에서의 중소기업 정보화에 대한 문제점과 개선방안을 정리하였다.

이러한 과정을 통하여 정보화를 위한 중소기업의 비용, 인력, 공급업체, 그리고 유지보수 등에 관한 문제점을 확인하고, 즉, 지역중소기업 정보시스템은 대기업에 의존적이며, 초기 투자비용과, 꾸준한 개선을 위한 자원 부족, 투자에 대한 문제에 직면해있으며, 한편 지역 정부는 로드맵에 따라 지속해서 중소기업의 정보시스템 구축을 위해 현실적인 중소기업의 상황과는 관계없이 지원하고 있다.

주요 참여자인 정부, 공급기업, 수요기업을 만족시키기 위해서는 초기비용 최소화, 짧은 기간 내 시스템 사용 그리고 지속적인 운영을 위한 지원이 보장될 수 있는 체계가 필요하며, 이를 해결하기 위한 구독서비스 기반의 지속적 운영이 가능한 지역 중소기업 스마트공장 모델을 제안하였다.

한편, 본 연구에는 다음의 한계점이 있다. 첫째 기업의 스마트팩토리 성공사례에 대한 최신의 정보를 확보하지 못하고, 공유된 정보를 사용했다는 연구결과를 일반화하는데 한계가 있다. 둘째, 지역 중소기업에 대한 인터뷰가 지역의 모든 중소기업을 대표 할 수 있는 집단인지에 대한 판단이 없었다는 점, 셋째 실패사례에 대한 정보 수집을 위해 관련 기관의 충분한 협조가 아쉬운 점, 향후 연구시에는 조사범위의 타당성, 표본의 대표성에 대한 검토 하고 진행할 필요가 있다.

향후 연구에서는 지역 중소기업의 스마트공장에 영향력을 미치는 이해관계자들을 지방 정부, 언론사, 대기업, 중소기업, 그리고 지역의 SI 업체로 정의하여 에이전트 기반의 시뮬레이션을 사용하여 스마트공장 보급사업에 이해관계자들의 역할에 대해 정량적인 분석을 진행하고, 몇몇 지역 중소기업에서 본 논문에서 제시한 구독형 정보서비스를 추진 하여 문제점과 한계를 보완하고, 실현할 수 있는 구체적인 모델을 제시할 예정이다.

참고문헌

- [1] 권세인, 양종근. (2020). 「중소 제조기업의 스마트공장 기술결정요인, 제조운영 및 성과 간 구조적 관계에 관한 연구」 (한국산학기술학회 논문지, 21(11), 650-661).
- [2] 김경태, 황규선. (2023). 「지역 중소기업 정보화 유형에 따른 지속적인 스마트공장 운영 모델 제안」(한국전자거래학회지, 28(1),77-93).
- [3] 김상현, 송영미. (2010). 「대구·경북의 중소기업과 대기업의 성공적인 협업정보화에 영향을 주는 요인에 대한 연구」. (인터넷전자상거래연구, 10(3), 265-287).
- [4] 김송주. (2022). 「키워드 네트워크 분석을 통한 국내 스마트팩토리 기술연구동향」. (한국산학기술학회논문지, 23(5)).
- [5] 김은하, 이선표. (2021). 「중소기업 제조 데이터 인프라 구축 방안 연구: 중소기업협동조합의 혁신 네트워크를 중심으로」. (대한경영학회지, 69-92).
- [6] 김재생, 경태원. (2013). 「중소기업의 성공적인 정보화경영체제 도입을 위한 사례 연구: 제조업체를 중심으로」. (디지털융복합연구, 11(4), 235-241).
- [7] 김정래, 이재웅. (2020). 「중소기업의 스마트팩토리 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구-정부지원기대와 과업기술적합도를 포함하여」. (벤처혁신연구, 3(2), 41-76).
- [8] 김정모, 조지운 (2012). 「중공업 부문의 대중소 IT 협업 전략과 추진에 관한 사례연구」(대한산업공학회 Vol.25, No.1, pp.1-12, March 2012).
- [9] 김한주, 허훈, 강재원, 부제만. (2019). 「스마트팩토리 도입시 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 국내 중소기업을 중심으로」. (산업경영시스템학회지, 42(3), 252-261).
- [10] 신종창, 김경일. (2016). 「기업 정보시스템 도입 시 성공 요인에 관한 연구」. (융합정보논문지 (구 중소기업융합학회논문지), 6(4), 1-8).
- [11] 이동훈, 김관호(2018). 「Word2Vec 기반의 의미적 유사도를 고려한 웹사이트 키워드 선택 기법」. 한국전자거래학회지 제23권 제2호, May 2018, pp.83-96
- [12] 이병민 (2022). 「우리나라 스마트공장 구축 및 운영 동향연구」. (국내석사학위논문 고려대학교 공학대학원).
- [13] 이은지, 조철호. (2021). 「빅데이터 분석을 활용한 스마트팩토리 연구 동향 분석」. (품질경영학회지, 49(4), 551-567).
- [14] 이정철, 장태우, 박종경, 황규선 (2019). 「미래 제조시스템 성숙도평가 프레임워크」 (The Journal of Society for e-Business Studies Vol.24, No.2, May 2019, pp.165-178, 2019).
- [15] 이재성, 김성수, 김희웅 (2022). 「국내 중소기업의 스마트 팩토리 구축방안 연구」(연세경영연구 제59권 제2호(통권 제120호, 101-126).
- [16] 이현호, 임춘성. (2018). 「중소기업의 스마트 공장 도입을 위한 SWOT 분석」. (한국융합학회논문지, 9(3), 1-14).
- [17] 정상일, 박현숙. (2021). 「중소기업의 스마트팩토리 고도화 수용의도에 미치는 영향요인」. (디지털융복합연구, 19(6), 199-211).
- [18] 정세희, 이상완, 김봉진 (2014). 「중소제조기업의 ERP 시스템 도입과 변화관리의 성공적 요인에

- 관한 사례 연구」. (대한경영학회지 제27권 제11호).
- [19] 정익재. (2002). 「정보화정책 실패사례분석과 정책교훈-반면교사의 여섯 가지 이야기」. (한국정책학회보, 11(4), 273-302).
- [20] 주용한, 조인수. (2020). 「텍스트 마이닝을 이용한 중소기업 스마트 팩토리 성공요인 분석」. (글로벌경영학회지, 17(5), 115-131).
- [21] 최영환, 최상현. (2017). 「스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구」. (경영정보학연구 19.2 (2017): 95-113).
- [22] 최해룡, 구자원. (2017). 「기업 정보화 핵심 성공요인과 정보화 성과 결정요인에 관한 실증 연구 -SER-M Framework 을 중심으로」. (경영과 정보연구, 36(2), 277-306).
- [23] Malhotra, Rajiv, and Cecilia Temponi. (2010). 「Critical Decisions for ERP Integration: Small Business Issues」. (International journal of information management 30.1, 28-37).
- [24] Kinuthia, John Njenga. (2014). 「Technological, Organizational, and Environmental Factors Affecting the Adoption of Cloud Enterprise Resource Planning (ERP) Systems」. (ProQuest Dissertations Publishing).
- [25] Svensson, A.; Thoss, A. (2021). Risk Factors When Implementing ERP Systems in Small Companies」. (Information 2021, 12, 478). <https://doi.org/10.3390/info12110478>.
- [26] 국가통계포털(2005). 「중소기업의 정보화 추진시애로사항」.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=398&tblId=TX_398010333&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=398_39801_DA&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do
- [27] 울산테크노파크. 「스마트공장사업안내」
https://www.utp.or.kr/include/contents.php?mnuno=M0000102&menu_group=1&sno=0108
- [28] 울산정보산업진흥원(2021). 「2021년 지역 IT/SW산업 실태 조사」.(울산정보산업진흥원).
- [29] 중소기업기술정보진흥원. 「디지털라이브리」 스마트제조혁신추진단
<https://library.smart-factory.kr/SDLP/main/main>
- [30] 중소기업중앙회. 「2020년 중소기업현황」
<https://www.kbiz.or.kr/ko/contents/bbs/view.do?mnSeq=323&seq=149207>
- [31] 중소벤처기업부(2021). 스마트제조혁신추진단 「2022년 스마트공장 보급확산사업 설명자료」. 스마트제조추진혁신단(7~12).<https://www.smart-factory.kr/recsroom/read/71?page=1&bbsClCodeSe=00000013&bsnsClCodeSe=88888888>
- [32] 중소벤처기업부(2022). 「기술로드맵(2023-2025)」. 중소벤처기업부
<http://smroadmap.smtech.go.kr/s0402/index.html>
- [33] 스마트공장사업관리시스템. 「우수구축사례(2015-2018)」
[.https://www.smart-factory.kr/introGoodExam/introGoodExamDetail](https://www.smart-factory.kr/introGoodExam/introGoodExamDetail)

부록-I.

1. 설문조사 문항별 내용

1) 기업의 특성관련 설문

영역별 조사 내용을 정리하면 다음과 같다.

(1) 기업의 종업원 수 (사내하청 포함)

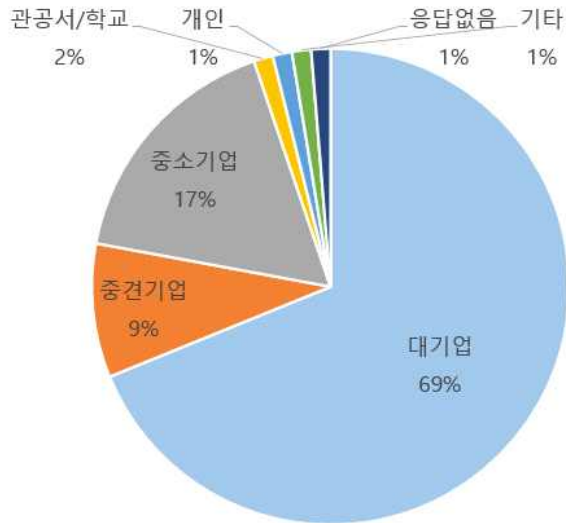
- 설문에 참여한 지역 중소기업의 40명 미만이 절반인 44% 정도로 파악, 경영상의 이유로 사내 하청(소사장 제도를 실시하는 기업 포함) 제도를 도입한 기업이다.



[그림-10] 기업의 종업원 수 분포

(2) 기업의 주요 납품처는 ?

- 설문에 참여한 약 80%는 지역 대기업(또는 중견기업)의 완제품을 위해 필요한 중간 제품(부품) 제작하여 공급하는 기업이며, 17%의 기업은 가공/절단을 통해 중소기업에 부품/제품을 공급하는 협력업체이다.



[그림-11] 납품처 현황

(3) 기업의 최종 생산품 종류는 ?

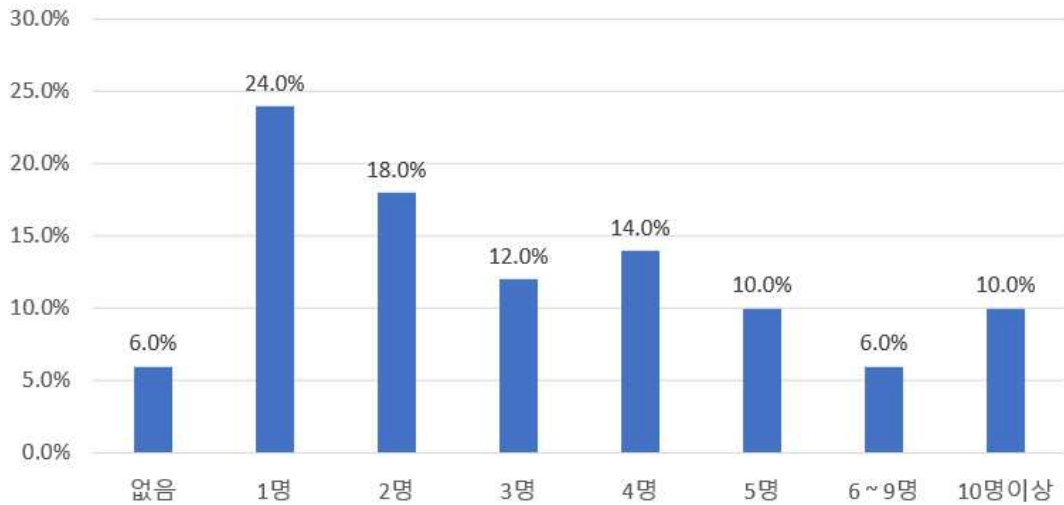
- 대기업에서 요청한 부품(중소기업 최종 완제품/원자재)을 공급기업으로 구성. 서비스 업체는 대기업의 일감을 받아서 가공/조립/용접/절단 등에 대한 용역 수행 기업이다.



[그림-12] 최종생산품 종류

(4) 자재정보(부품정보구매입고/출고 등) 관리하는 인원은 ?

- 30%이상이 자재 담당자가 1명 이하, 지역중소기업의 열악한 환경을 대표함을 확인 하였다.

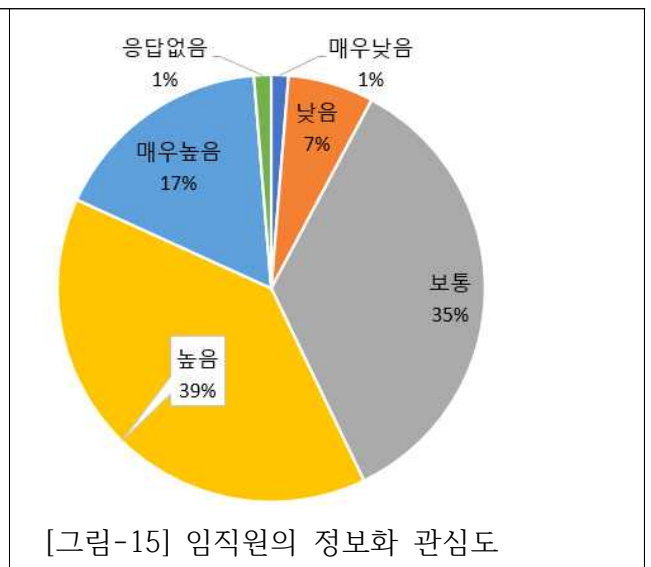
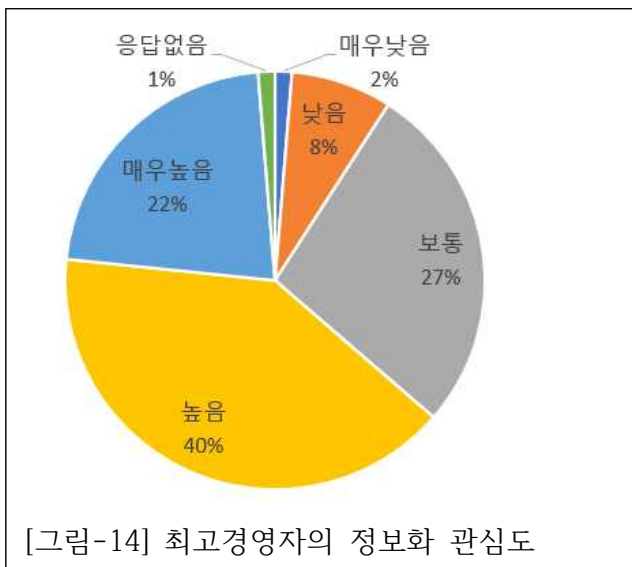


[그림-13] 자재관리 인원 현황

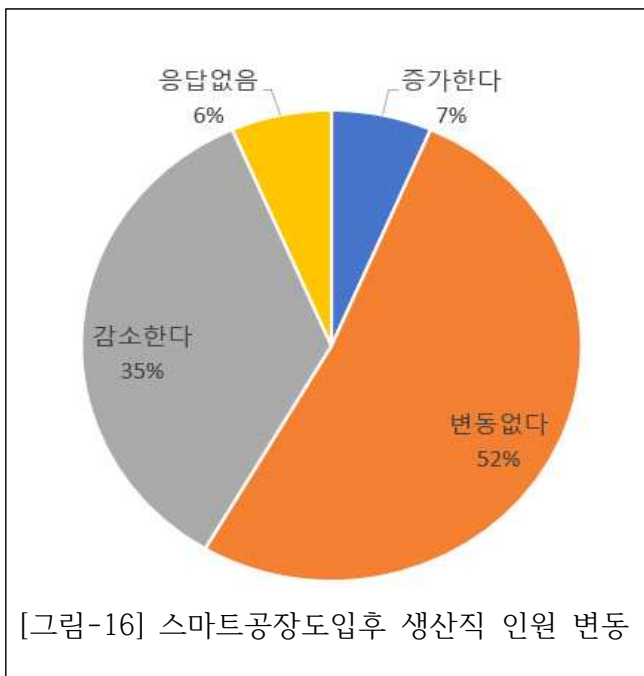
2) 정보화 인식관련 설문은

(1) 최고경영자의 정보화에 대한 관심 정도는 ?

- 정보화 관심도는 CEO 뿐만 아니라 임직원모두가 높은 관심을 보이는 것으로 조사되었으며, 최고경영자가 정보화에 대한 긍정적인 생각이 임직원보다 6% 높음것으로 조사되었다.

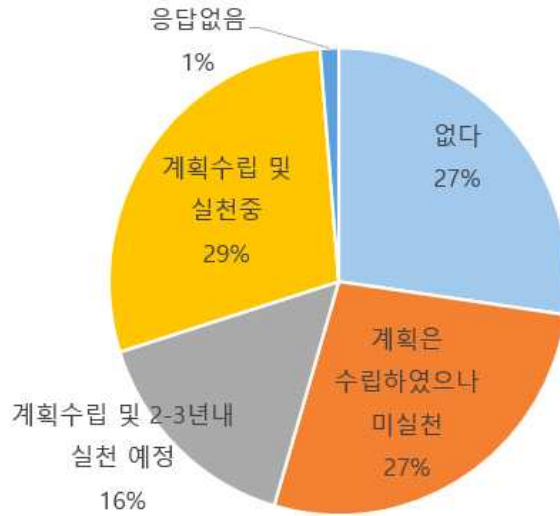


- (2) 스마트공장 도입 후 (또는 도입할 경우) 인원 변동이 있을 것으로 생각합니까?
- 50%의 응답이 시스템도입 후 생산직 또는 사무직 인력의 변화는 없으나 생산직 인력은 감소하고, 사무직 인력이 증가하는(할) 것으로 응답
 - 생산직 인원은 변동 없다(51%), 감소한다(35%), 증가한다(6%), 응답 없음(6%) 순이다. 사무직 인원 변동 없다(49%), 인원은 증가한다(27%), 감소한다(16%), 응답 없음(6%) 순으로 조사되었다.
 - 스마트공장의 도입으로 생산직인원은 하고, 사무직 인원이 증가할 것으로 조사 되어 현장관리의 스마트화로 생산인력에 대한 부담을 줄이나, 관리하기 위한 사무직 인원은 다소 증가할 것으로 확인되었다.



3) 정보화 계획 관련 설문

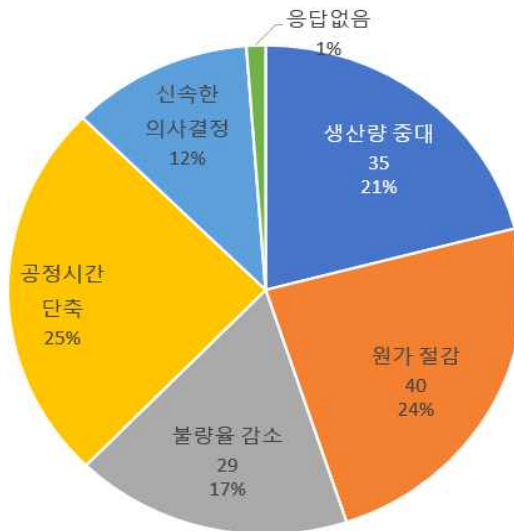
- (1) 정보화 추진 계획을 수립한 적이 있습니까 ?
- 설문에 참여한 응답자중 27%가 정보화추진에 대한 “계획이 없다”, “계획은 있으나 미실천“으로 응답하여 절반이 넘는 기업에서 정보화에 대한 계획이 없거나 정보화를 추진 못하고 있는 것으로 조사되었다.



[그림-18] 정보화 추진 계획

(2) 제조 생산시스템에 스마트공장의 영향(기대효과)는 ?

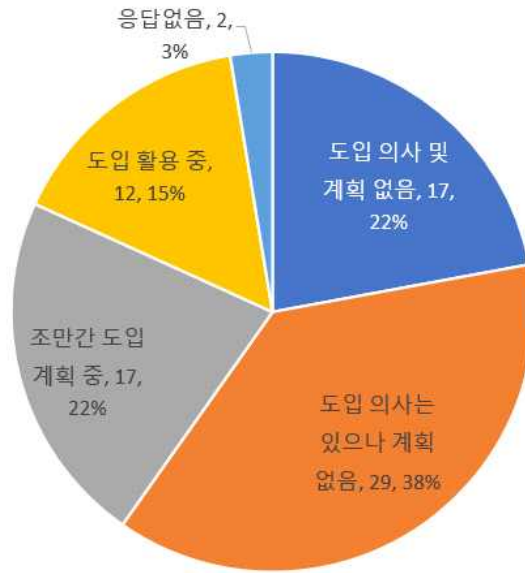
- 스마트공장에 대한 기대효과로는 제조중소기업에서 목표로하는 PQCD (Productivity, Quality, Cost, Delivery)에 부합하는 공정시간 단축(25%), 원가 절감(24%), 생산량증대(21%), 불량률 감소(17%)로 조사되었다.



[그림-19] 생산시스템의 스마트공장 영향

(3) 스마트공장(ICT기술을 통한 생산관리) 신규 및 추가 도입 계획은 ?

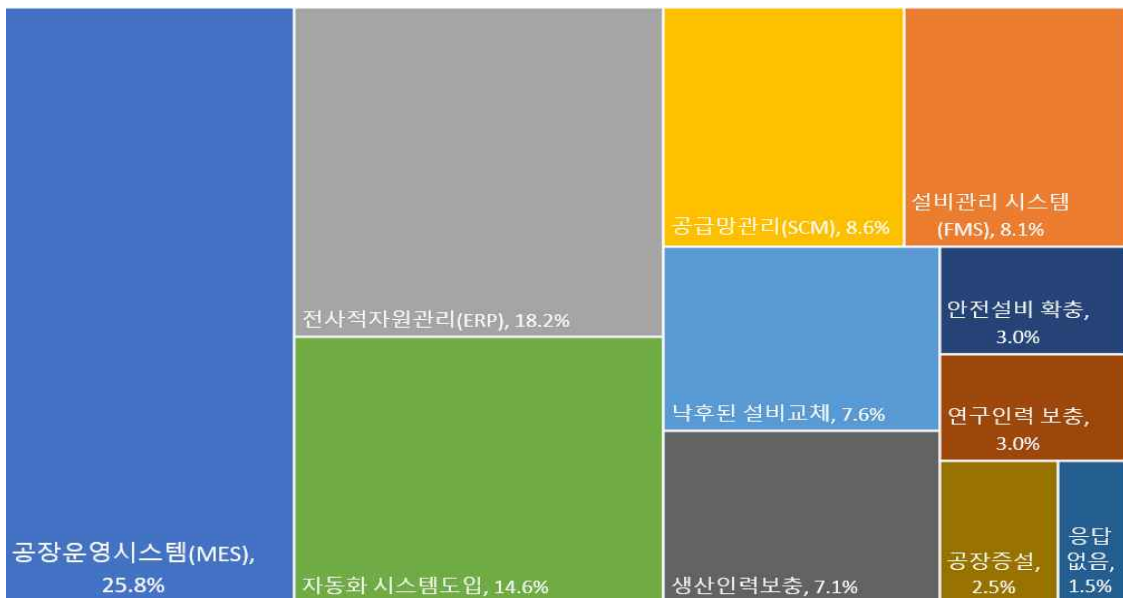
- 37%가 도입 의사는 있으나 계획이 없다고 응답하여 스마트공장에 대한 이해 및 지원이 매우 필요할 것으로 확인되었다.



[그림-20] 스마트공장 생산관리 도입

(4) 스마트 공장 관련 가장 필요로 하는 부분은 무엇입니까 ?

- 우선으로 추진할 내용은 공장 운영시스템(25%), 전사적자원관리(18%), 자동화 시스템 도입(14%), 공급망관리(8%), 설비관리시스템(8%), 낙후설비교체(7%) 순으로 조사 되었다.



[그림-21] 스마트공장 추진시 우선 필요 사항

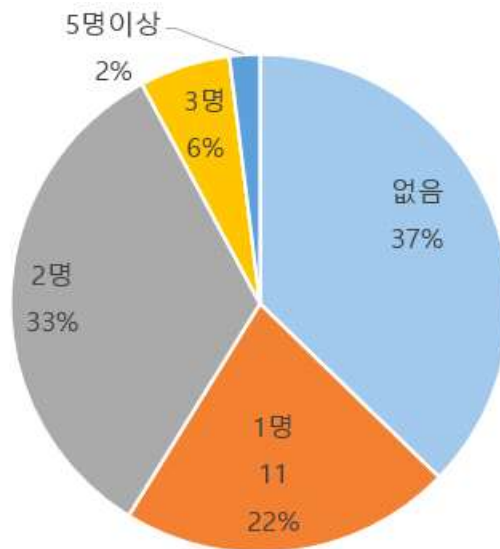
- (5) 아래 항목에서 귀사에 필요한 항목을 고르세요
 - 품질, 자동화, 원가, 생산력 순으로 조사 되었다.



[그림-22] 기업의 필요 항목

4) 정보화 현황 관련

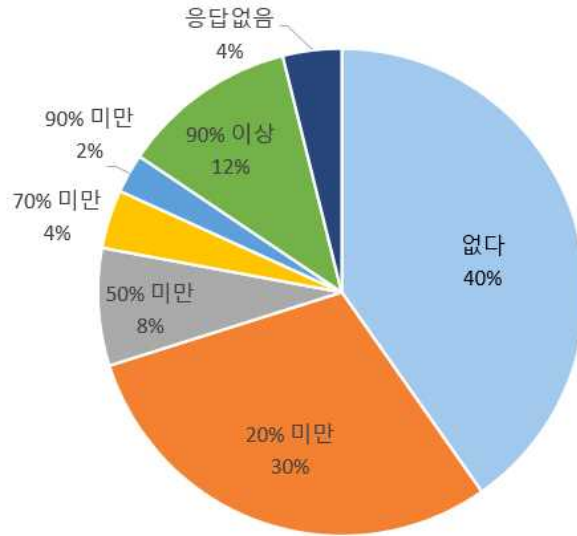
- (1) 귀사에는 정보화를 담당(전산 전문 인력)하는 인원이 몇 명이 있습니까 ?
 - 정보화 담당 인원은 평균 1명으로 조사되었다.



[그림-23] 정보화 인력

(2) 귀사의 정보시스템의 아웃소싱 비율은 어느 정도입니까 ?

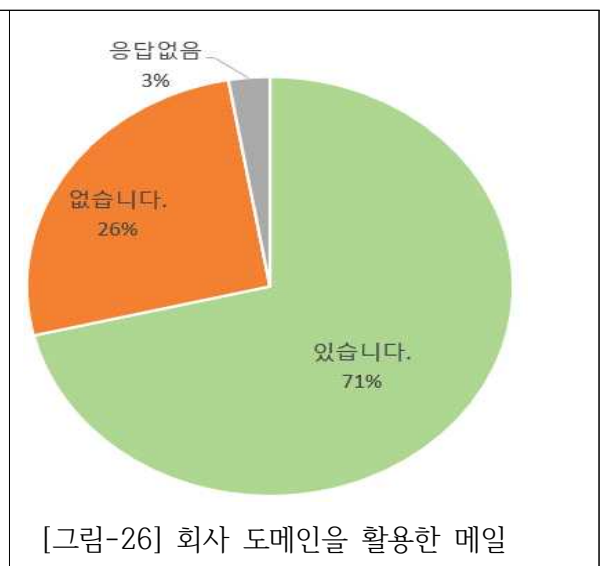
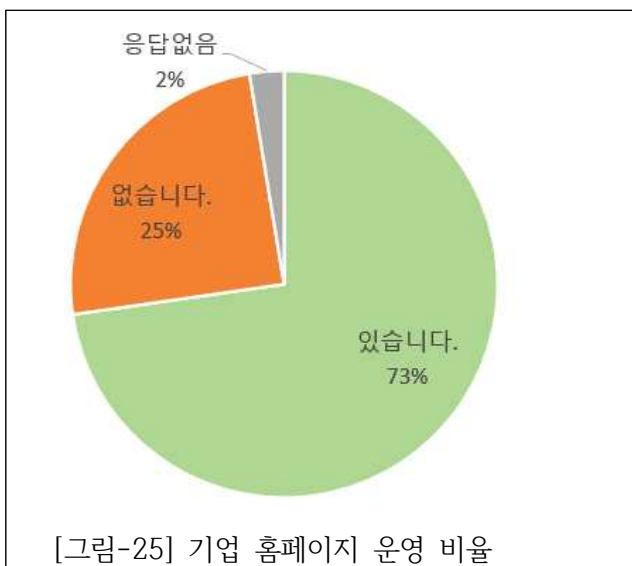
- 정보시스템의 외주 관련 40%가 경험이 없으며, 20% 정도 사용(29%)으로 조사되어 정보시스템에 대한 아웃소싱 비율은 매우 낮은 것으로 확인되었다.



[그림-24] 정보화 시스템 아웃소싱 비율

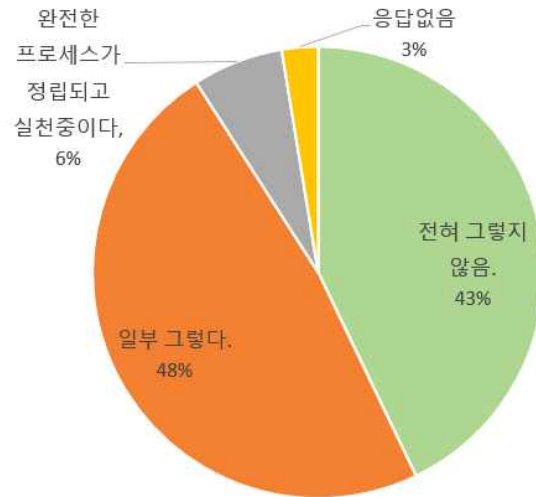
(3) 귀사를 홍보하는 홈페이지가 있습니까 ?

- 조사 대상의 72.7%의 기업이 기업 홈페이지를 운영 중이나, 67% 정도만 자체 도메인으로 된 메일을 사용하는 것으로 조사되어 홈페이지와 기업 메일의 Identity 통합이 일부 안 되어 있는 것으로 확인되며, 자세한 결과는 하기의 그림과 같다.



(4) 귀사의 정보화 기기에 대한 도입유지보수폐기에 대한 프로세스가 정립되고 그에 따라 업무를 진행하고 있습니까?

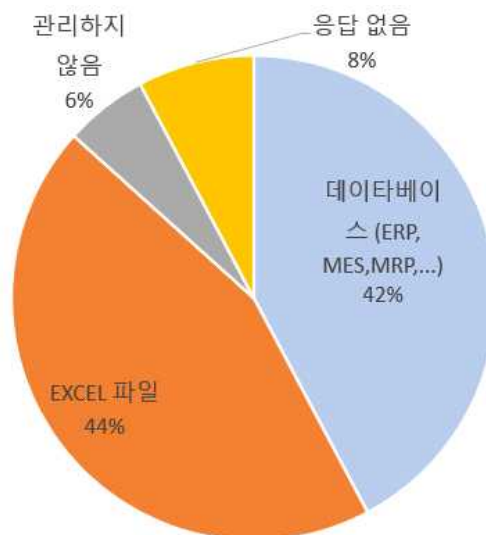
- 정보화 기기의 도입과 폐기 등의 관리 절차가 존재하고 시행되는지를, 전혀 그렇지 않다 (42%), 일부 그렇다 (48%), 프로세스가 있고 실천 중이다(6%). 순으로 조사되어, 정보자산 관련 관리 프로세스가 필요할 것으로 확인되었다.



[그림-27] 정보자산 폐기절차

(5) 귀사에서 관리하는 자재정보는 어디에 보관중입니까?

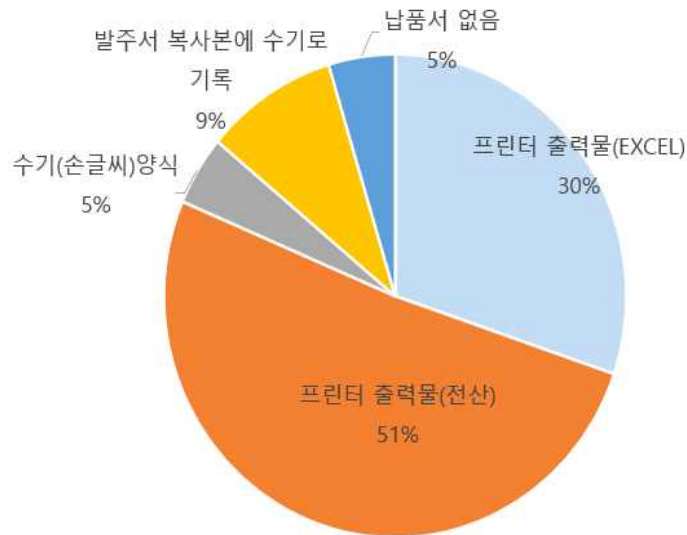
- 물류관리의 수준을 평가하기 위해 자재 정보 관리는 어떻게 하는 지에 대한 설문 결과, 정보시스템의 데이터베이스(42%), Excel 파일(44%), 관리하지 않음(5%) 순으로 조사, 정보시스템 구축되지 않은 기업은 EXCEL을 사용하는 것으로 조사되었다.



[그림-28] 자재관리 수준

(6) 귀사의 협력업체(부품,자재,가공을 공급)의 납품서는 어떤 형식입니까?

- 협력 업체와 물류 거래 시 중요한 서류인 납품서 형식 관련, 전산에 의한 프린터 출력(28%), 수작업 EXCEL 프린터(16%), 발주서에 수기로 기록(5%), 손글씨로 작성(2%)로 조사되어 중소기업의 협력 업체와의 거래는 많은 개선이 필요한 것으로 조사되었다.

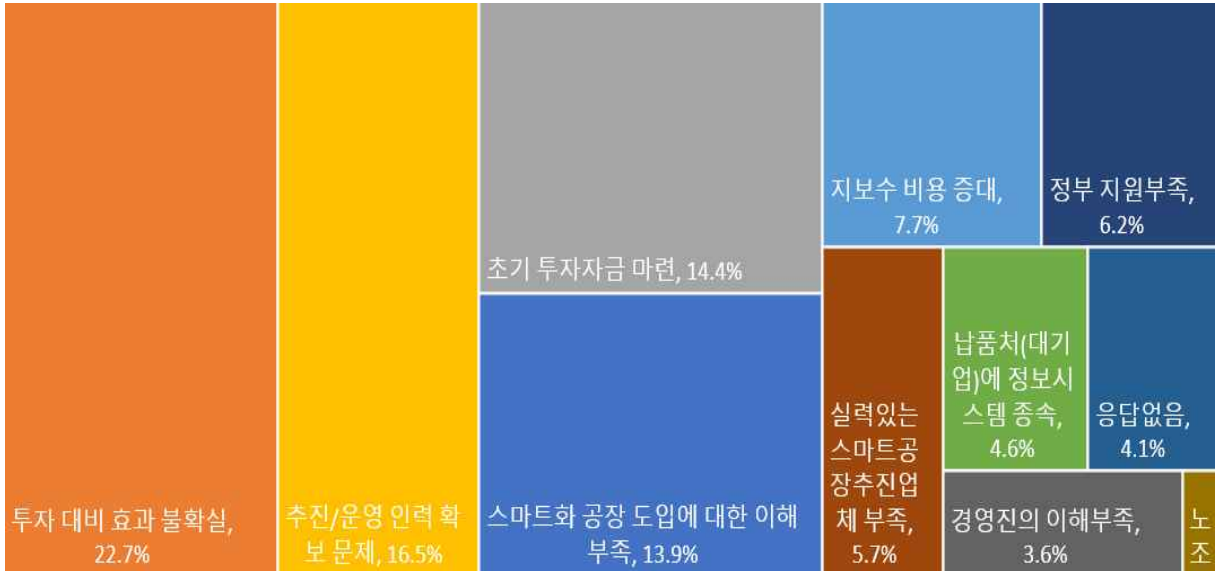


[그림-29] 발주서 관리 방법

5) 정보화를 위한 장애요소로는

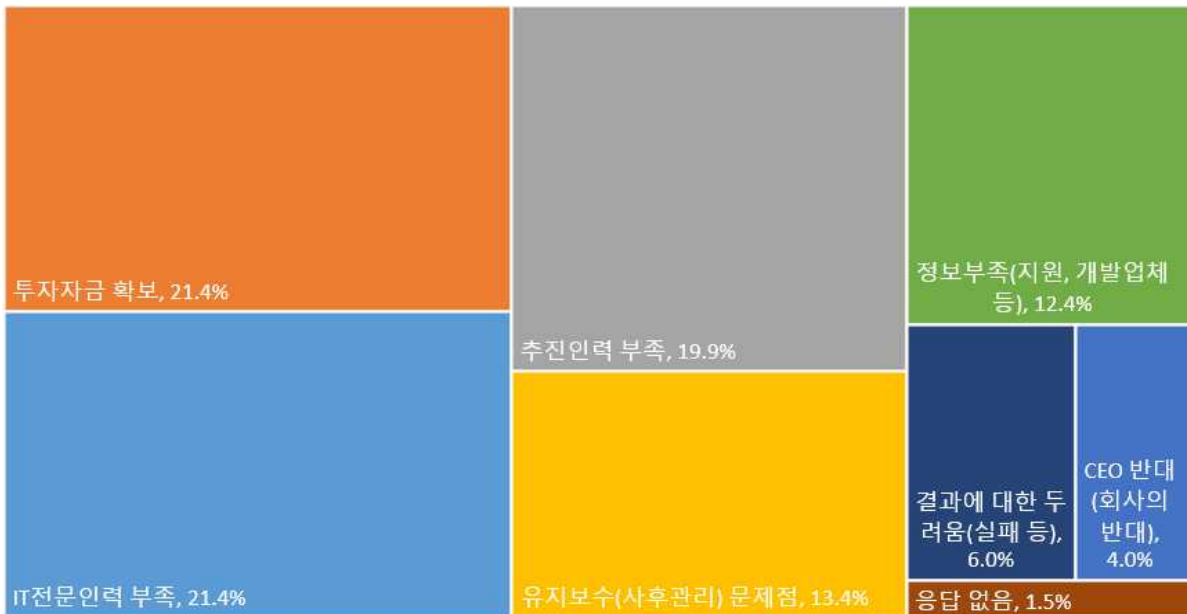
(1) 귀사가 스마트공장을 도입하지 않은(또는 도입시 고려한) 가장 큰 이유(내용)은?

- 스마트공장 도입시 고려할 점으로는 투자 대비 효과 불확실(22%), 추진/운영 인력 부족(16%), 스마트공장에 대한 이해 부족(13%), 초기 투자자금 마련 (42%), 유지보수 비용 증대(7%) 순이었다.



[그림-30] 스마트공장 도입 시 고려사항

- (2) 귀사에서 정보화 추진계획 수립시(또는 수립당시) 제일 먼저 고려하는 문제점 ?
- 투자자금확보(21%), 추진인력확보(19%), 유지보수(사후관리) 문제점(13%), 정보부족(지원, 개발업체 등)(12%), CEO반대(4%), 결과 두려움(실패)(6%) 순으로 조사되었다.

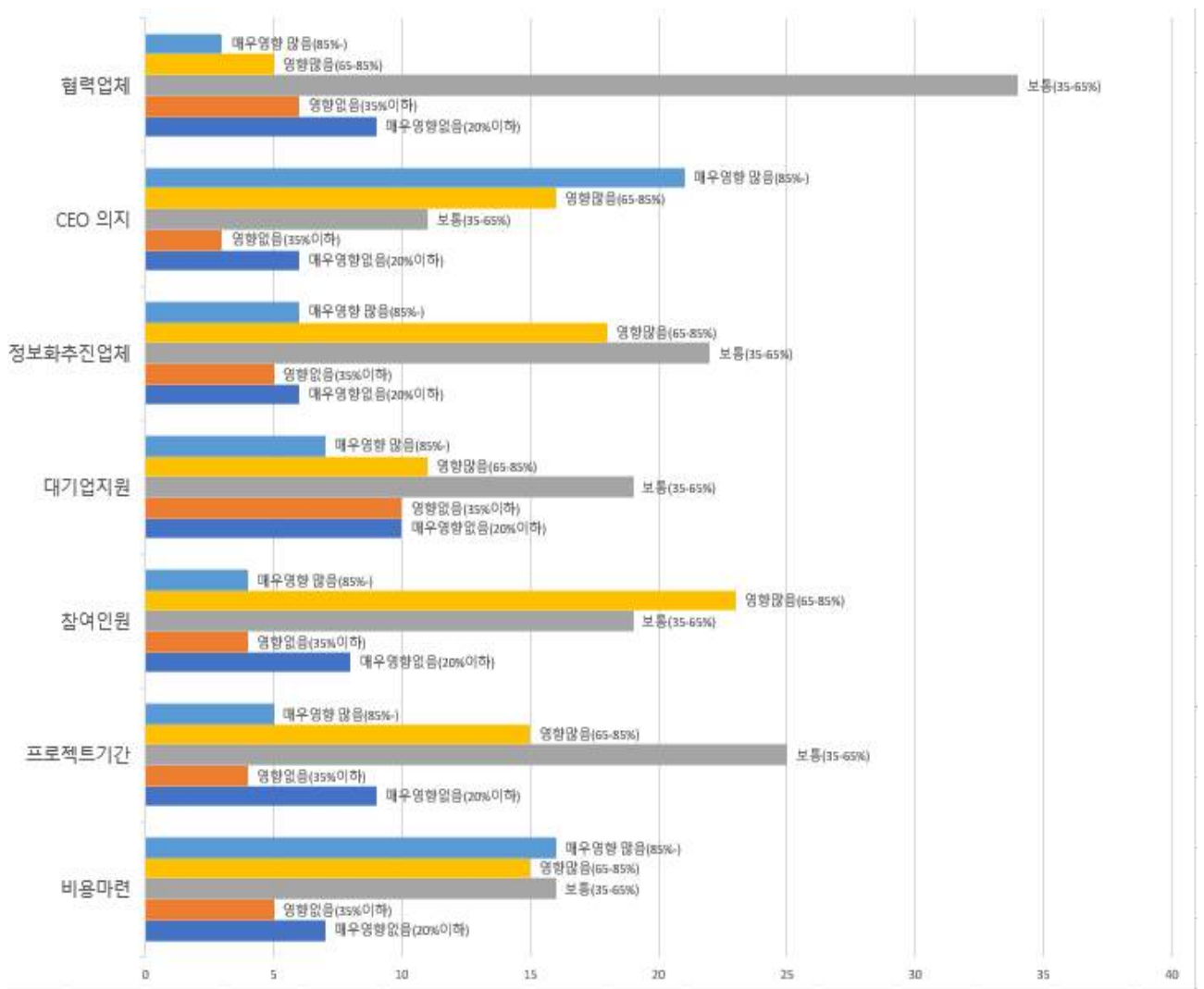


[그림-31] 스마트공장 추진 시 고려사항

- (3) 귀사 또는 중소기업의 스마트공장 (정보화) 도입을 위한 장애 요인별 관련도를 선택해주세요.
- 비용 마련 항목은 60%가 영향력이 많다고 응답하였다. 프로젝트 기간은 52%비

울로 영향력이 높다고 응답하였다. 대기업 지원에 대해서는 43%가 많음 이상의 영향력을 가지는 것으로 조사되고, 정보화 추진업체에 대해서는 52%가 많음 이상으로 조사되었고, CEO 의지 항목은 73.9%가 많음 이상을 응답하여 중소기업 대표자의 역할이 정보화 추진에 매우 중요함을 확인하였다. 협력 업체 관련하여서는 73% 보통 이하로 응답하여 중소기업의 협력 업체의 영향력은 없는 것으로 조사되었다.

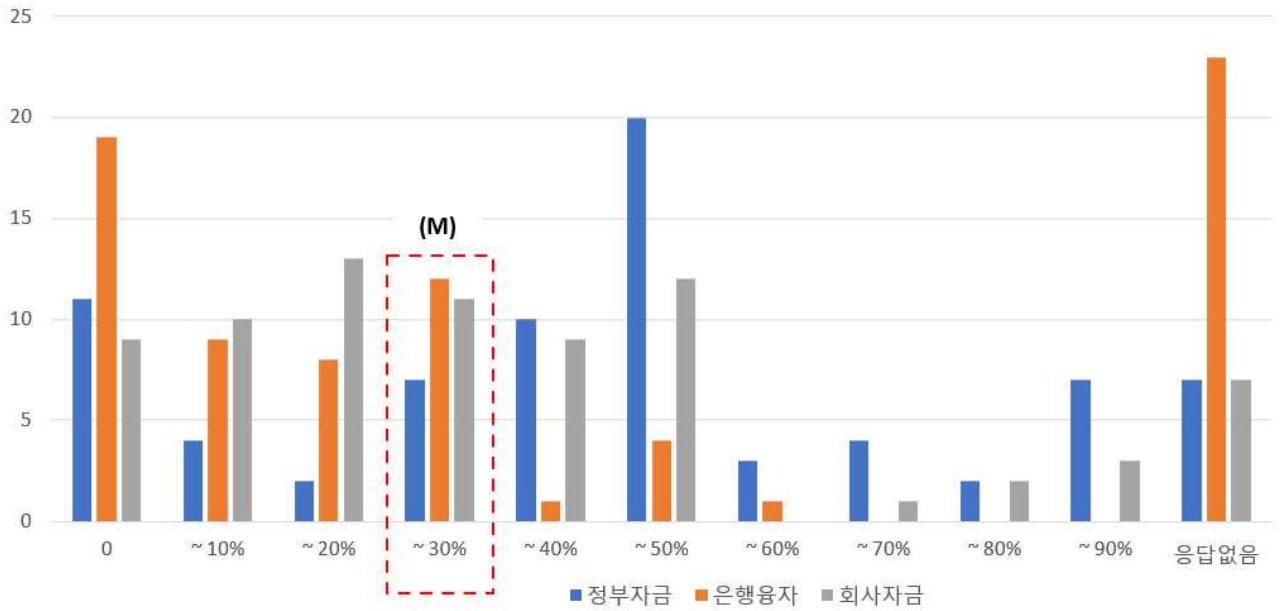
- 이 설문 조사를 통하여, 지역 중소기업의 스마트공장의 필요성은 모두 공감하고 있으나, 비용(초기자금, 운영자금), 전문인력양성(프로젝트인 원, 유지보수)의 문제점 그리고 최대 고객인 대기업의 지원과 기업 대표자의 확고한 의지가 있어야 성공적인 스마트공장 운영이 가능함을 확인하였다.



[그림-32] 스마트공장 도입 시 애로사항

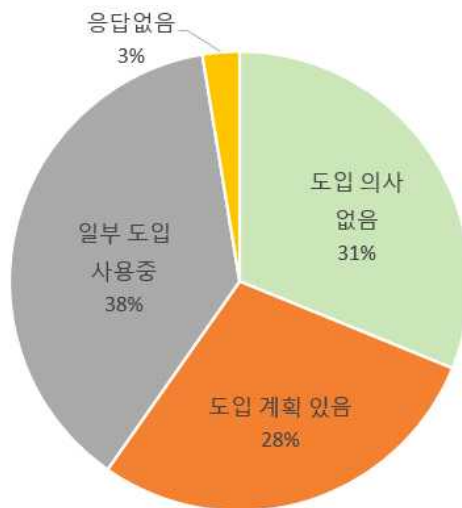
6) 비용관련 항목으로는

(1) 스마트 공장(또는 정보화) 추진시 비용은 어디에서 총당(예정)하셨습니다?



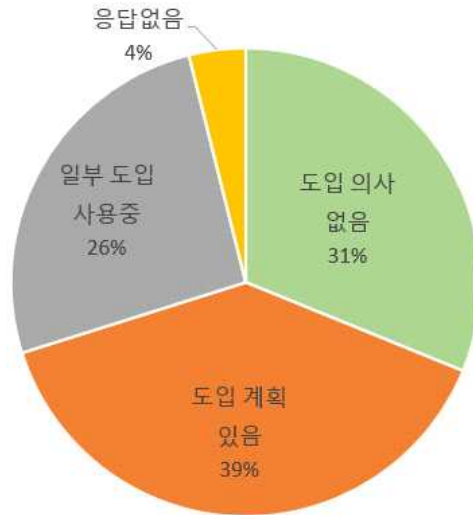
[그림-33] 스마트공장 추진 비용 계획

(2) 귀사에서는 클라우드 서비스(정보나 프로그램을 인터넷 서버에 저장해 각종 IT기기로 언제나 서버에 접속해 저장된 정보와 프로그램을 이용하는 서비스)를 이용하고 계십니까?



[그림-34] IT 시스템 도입 의사

(3) 정보시스템을 매월 일정금액의 사용료를 지불하고 사용하는 것에 대한 의견은 ?

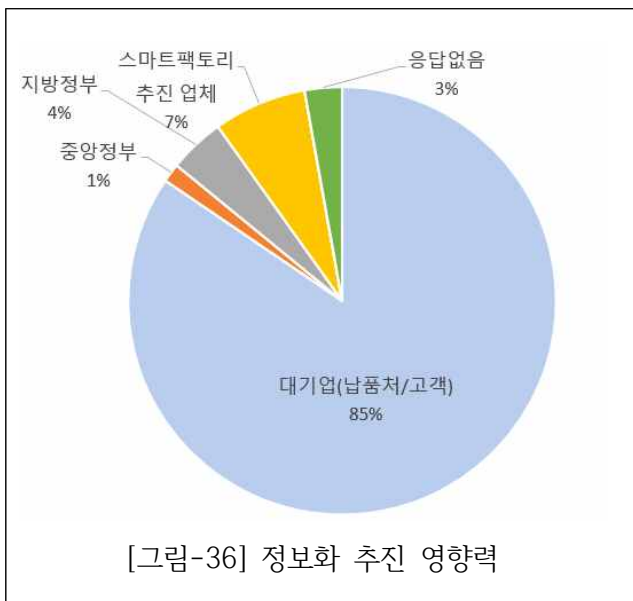


[그림-35] 정보시스템 월정액 사용

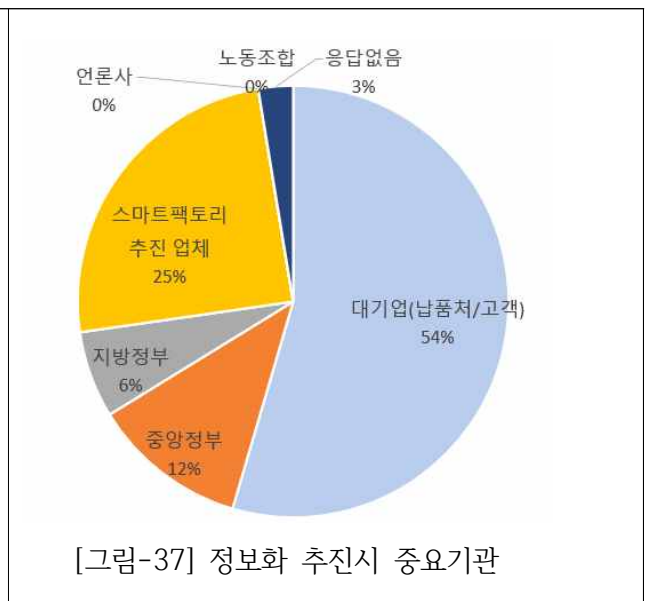
7) 정보화에 대한 영향력에 대한 설문

(1) 귀사의 정보화에 대한 영향력이 제일 강한 곳과 중요한 기관은 ?

- 정보화 추진시 영향력의 순은 대기업(85%), 스마트공장추진업체(7%), 중앙정부(1%), 지방정부(4%) 순으로 조사되었다.



[그림-36] 정보화 추진 영향력

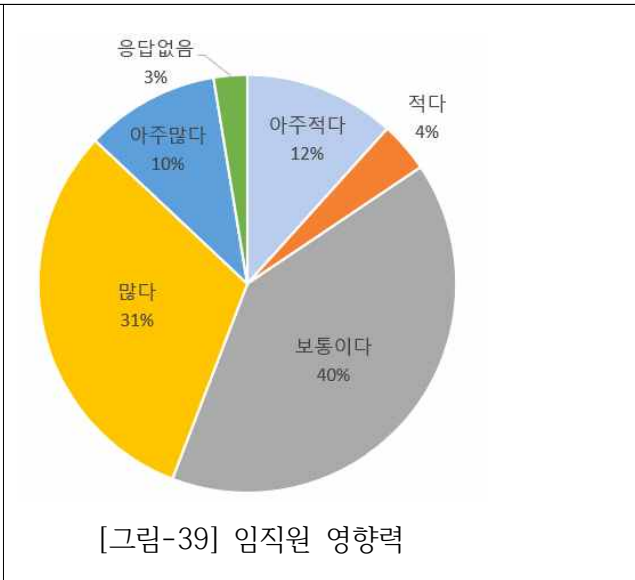
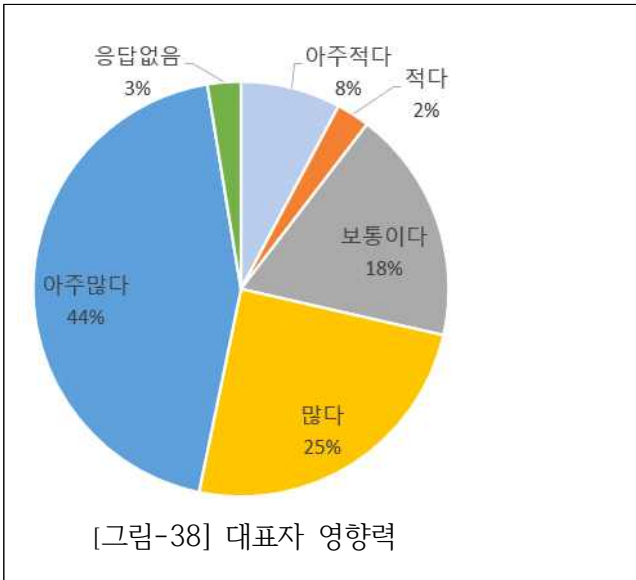


[그림-37] 정보화 추진시 중요기관

- 정보화 추진 시 중요한 기관으로는 대기업(54%), 스마트공장추진업체(24%), 중앙정부(11%), 지방정부(6%) 순으로 조사되어 중소기업의 스마트공장 추진 때에는 대기업의 영향력과 지능형 공장 추진업체의 역할이 제일 중요한 것으로 조사되었다.

(2) 정보화(스마트공장)추진 결정을 위한 임원과 그의 직원간의 영향력 비율 ?

- 정보화 인식율을 알아보는 조사와 동일한 수준의 결과를 얻었으며, 기업의 CEO가 임직원 보다, 정보화 추진을 결정하는데 큰 영향력을 가지는 것으로 조사되었다. 이는 중소기업의 의사결정의 단순함을 보여주는 단면이며, 중소기업의 정보화를 위해서는 CEO의 의지가 무엇보다 중요함을 확인 할 수 있다.



Abstract

Proposal of a continuous smart factory operation model according to the type of local SME informatization

Kim, KyungTae

Department of Industrial Engineering

Supervised by Professor Cho, Chiwoon

Smart factories are spreading with the goal of improving work efficiency and reducing costs to meet the requirements for production, quality, cost, and delivery. Small and medium-sized enterprises based in Gyeongsangnam-do and Ulsan city are characterized by a transactional relationship with nearby mobility conglomerates, such as supplying parts and materials, so information sharing is very important. However, it is not easy for local SMEs to utilize smart factory technology due to lack of capital and manpower, and it is difficult to share information due to the formation of a network centered on large corporations. Therefore, in this study, the types of informatization of SMEs are divided through interviews, and success factors necessary for smart factory operation of local SMEs are extracted through surveys. In addition, keyword analysis is conducted on 75 interviews with excellent smart factory companies, and success factors extracted are verified and correlation analysis is performed. Lastly, by defining the success factors of the smart factory dissemination project according to the type of corporate informatization, we present a plan for sustainable smart factory operation.

Keywords: Smart Factory, Keyword Analysis, Success-factor, Information System