

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목보고서

YouTube 요약 영상 보러가기

스마트팩토리 솔루션

스마트팩토리를 통한 국내 제조업 경쟁력 제고

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

(주)NICE디앤비

작성자

정혜윤 전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용 평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것으로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협의회



스마트팩토리 솔루션

스마트팩토리를 통한 국내 제조업 경쟁력 제고

디지털 뉴딜 – D·N·A(Data, Network, AI) 생태계 강화

K-뉴딜의 10대 대표과제 중 「스마트 그린 산업단지」 과제가 포함되어 있음.

- 산업단지를 디지털 기반 고생산성(스마트) + 에너지 고효율·저오염(그린) 등 스마트 친환경 제조공간으로 전환
- 2022년까지 총사업비 2조 1천억 원 투자, 일자리 1만 7천 개 창출, 2025년까지 총사업비 4조 원 투자, 일자리 3만 3천 개 창출 목표로 추진 중
- 주요 투자사업으로는 스마트 산단, 에너지 관리, 녹색 공장, 온실가스, 미세먼지가 있음
- 스마트 산단: 제조 공정 테스트를 위한 시뮬레이션센터, 인공지능·드론 기반 유해화학물질 유출·누출 원격 모니터링체계 구축

첨단제조·자동화(A) – 신제조공정(A01) – 스마트팩토리 솔루션(A01004)

- ▣ 스마트팩토리 솔루션은 공장 자동화를 목표로 하는 스마트팩토리 구현을 위해 IoT, 인공지능, 빅데이터, CPS 등의 첨단 기술을 적용한 플랫폼 기술을 총칭함
- ▣ 센서, 정밀제어, 네트워크, 데이터 수집·분석 등 다양한 요소 기술이 융합되어 솔루션을 구성하며, 이를 구현하기 위한 각종 S/W와 H/W를 포함함
- ▣ 에너지 절감, 제조비용 절감 및 생산시간 단축 등의 ① 생산성 향상 기술을 비롯하여 제품 생애 주기별 관점에서의 ‘시장조사 → 생산 → 판매 → 서비스 제공’ 등 전 과정 네트워크화를 통한 ② 고객 맞춤형 제품생산기술 등의 기술력이 요구됨
- ▣ 과거 자동화는 사전에 정의된 프로그램에 따라 생산기기들이 일괄적으로 움직이며 제품을 생산하는 것이었으나, 스마트 공장의 자동화는 생산 설비가 제품과 상황에 따라 능동적으로 작업을 대처하는 것을 의미함

■ 국내 제조업 경쟁력 제고를 위한 스마트팩토리 솔루션 개발이 필수적

한국 경제는 제조업의 비중이 거의 30%에 달하는 상당히 큰 수준이며, 주력 제조업의 수출의존도가 높으므로 국내 제조 산업의 지속적인 성장을 위해서는 제조 경쟁력을 높이는 것이 필수적이다.

■ 4차 산업혁명 기술 발전과 국가적 과제로 추진되는 스마트팩토리 시장 확대

최근 빅데이터, 인공지능, 클라우드 컴퓨팅 기술 등 4차 산업혁명 기술들의 수준이 향상되면서, 이러한 기술들을 기반으로 한 스마트팩토리가 확대 적용되고 있다. 독일, 미국, 일본 등 제조 기술 선진국뿐만 아니라, 중국 등 후발 주자 또한 제조업의 혁신을 위한 다양한 정책을 추진 중이다. 국내에서도 제조업 르네상스 추진 전략을 내세워, 스마트팩토리 보급에 힘쓰고 있다.



I. 배경기술분석

스마트팩토리를 통한 국내 제조업 경쟁력 제고

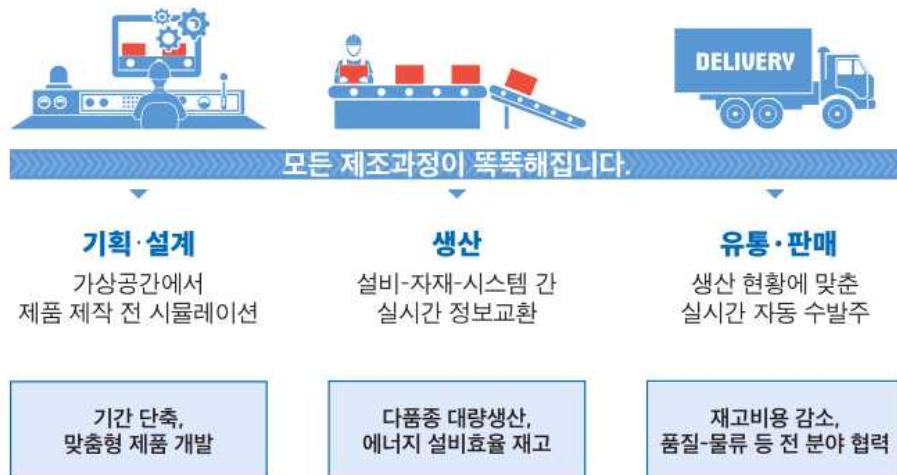
제조업이 한국 경제에 끼치는 영향은 상당하여, 제조업의 경쟁력을 높이는 것이 국내 산업의 성장과 직결된다. 제조업의 디지털화를 통한 실시간 생산 관리로 생산성 제고 및 비용 절감을 실현하고, 궁극적으로는 국내 산업의 제조 경쟁력 확보를 이끌 수 있다.

■ 제조업의 혁신을 이끄는 스마트팩토리

스마트팩토리의 사전적인 의미는 영리한 공장으로, 이를 풀어서 의미를 해석해 보면 기존의 제조 기술과 차세대 디지털 기술이 접목된 지능화된 공장이라고 할 수 있다. 인공지능, 사물인터넷(Internet of Things, 이하 IoT), 빅데이터 등 디지털 기술 발전에 따라 제조업 분야에서도 최신 기술을 접목한 제조업의 혁신인 제조 효율 극대화가 이루어지고 있다.

구체적으로, 스마트팩토리는 제품의 기획, 설계, 생산, 유통 및 판매 등 전 과정에 인공지능, IoT, 빅데이터, 사이버 물리 시스템, 임베디드 운영 체제 등 최신 디지털 기술을 접목하는 것을 기반으로 하고 있다. 스마트팩토리는 최신 기술들을 기존의 제조업에 접목시킴으로써 전체 제조 과정을 자동화하고 정보화하여 전체 과정이 실시간으로 연동되도록 한다. 기획·설계 단계에서는 가상 공간에서 제품 제작 전 시뮬레이션을 통해 기획 기간을 단축시키고, 맞춤형 제품을 개발한다. 생산 단계에서는 설비, 자재, 시스템 간에 실시간으로 정보를 교환하여 단품종 대량 생산을 수행하고, 에너지 설비효율을 재고한다. 유통·판매 단계에서는 생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수주, 발주를 통해 재고 비용을 감소시킨다. 전체 과정들의 실시간 연동은 생산성을 획기적으로 향상시키며, 에너지 절감, 인간 중심의 작업 환경의 구현이 가능하도록 한다.

[그림 1] 스마트팩토리 개념도



*출처: 중소기업기술정보진흥원 스마트제조혁신추진단



■ 한국 경제에 대한 제조업의 영향력

한국 경제에 제조업이 끼치는 영향은 상당하다. 2020년도 세계 경제가 금융위기 이후 최악의 성장률(-3.3%)을 보이며 역성장세를 기록한 가운데, 한국은 제조업이 경제 침체의 방어막 역할을 수행하여 성장 둔화를 억제(-1.0%)한 바 있다. 한국이 주요국에 비해 빠르게 경제를 안정시킬 수 있었던 것은 내수 침체의 한계 속에서 제조업의 강한 수출 회복력이 작용한 것으로 평가되고 있다.

한국 경제는 제조업의 비중이 2019년 기준 27.8%로 상당히 크고, 주력 제조업의 수출 의존도가 높으므로 국내 산업의 지속적인 성장을 위해서는 제조 경쟁력을 높이는 것이 중요하다. 특히, 코로나19의 영향으로 디지털 전환 및 친환경화에 대한 글로벌 경쟁이 가속화될 것으로 예상되는 상황에서, 한국 제조업은 포스트 코로나 혁신 경쟁에서 우위를 갖는 산업 구조로 전환을 모색할 필요성이 존재한다. 제조업의 디지털화를 통한 실시간 생산 관리로 생산성 제고 및 비용 절감을 실현할 수 있다. 특히, 국내의 경우 자동차, 전기 전자 등 국내 중소, 중견 기업에 적합한 스마트팩토리 핵심 기술 및 플랫폼 확보를 통해 제조 경쟁력 확보가 가능할 것으로 판단된다.

■ 제조업 패러다임 변화를 이끄는 국내외 정책 동향

독일, 미국, 일본 등 제조 기술 선진국뿐만 아니라, 중국 등 후발 주자 또한 제조업의 혁신을 위한 다양한 정책을 추진 중이다. 국가별 제조업 혁신 정책은 다양하나, 공통적으로 첨단 제조 기술의 개발 및 스마트 제조가 정책에 포함되어 있다.

독일은 자국의 제조 기술력에 ICT(Information and Communications Technology)를 결합하여 스마트 제조화를 선도하고 있다. 독일은 제조 효율성 향상, 사업 모델 확장, 제품 경쟁력 강화 등을 도모하기 위한 Industry 4.0 정책을 추진하고 있다.

미국은 서비스업 중심의 경제 기조를 유지해오고 있다가, 경제 침체에 빠지면서 첨단 제조업의 육성을 통한 경제 회복을 위해 다양한 혁신 전략을 추진하고 있다. 미국의 첨단 제조 파트너십 (Advanced Manufacturing Partnership, AMP) 정책은 첨단 제조업의 혁신과 스마트 제조 시스템 구축을 위한 정책이다. 첨단 제조 파트너십은 국가 안보 및 산업에 관련된 제조 역량 강화, 첨단 소재 개발 및 상용화 기간 단축, 차세대 로봇 개발, 혁신적이고 에너지 효율적인 제조 공정 개발 등을 주 내용으로 포함하고 있다.

일본은 4차 산업혁명 기술의 적극적 활용을 통해 장기 경제 정체 문제를 해결하려고 한다. 일본 재홍 전략은 생산 인구 감소 상황에서 지속적인 경제 성장을 위한 산업 구조의 전환 및 혁신적 생산을 위한 정책으로, IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇의 활용을 중심 내용으로 하고 있다.

중국은 정부 차원의 중장기적 전략 수립 및 대규모 투자를 통해 빠른 속도로 스마트 제조 산업을 집중적으로 육성 중이다. 2015년에 발표된 중국제조 2025는 세계 제조 산업을 선도하기 위한 혁신정책으로, 성장 잠재력이 높은 10대 산업을 전략적으로 선정하고 집중적으로 투자를 추진하고 있다. 그 중 주요 제조공정의 스마트화, 중점 산업 분야의 스마트 공장 및 디지털 작업 현장 구축이 중점 프로젝트로 꼽히고 있다.



국내에서도 세계적인 제조업 패러다임 변화 추세를 반영한, 제조업 혁신을 통한 경제 성장 정책을 다양하게 추진하고 있다. 산업통상자원부에서는 2019년 제조업 부흥을 통한 세계 4대 제조 강국 도약을 목표로 4대 추진 전략을 제시하였다. 제조업 르네상스 추진 전략 주요 내용 중 스마트화를 통한 산업 구조 혁신 가속화가 포함되어 있다. 제조업 혁신 3.0 전략 후속으로 스마트 공장의 보급 및 확산과 이를 위한 스마트 제조 기술을 개발하고 지역 거점 산업 단지의 스마트화를 추진할 것으로 발표했다. 정부에서는 2022년까지 중소기업 대상 스마트 공장 3만 개를 보급하고, 2030년까지 스마트 산업 단지 20개를 조성할 것을 목표로 하고 있다.

[그림 2] 제조업 르네상스 주요 내용



*출처: 산업통상자원부

■ 스마트팩토리 솔루션 기술 개요

과거의 공장 자동화(Factory Automation, FA)는 사전에 정의된 프로그램에 따라 생산 기기들이 일괄적으로 움직이며 제품을 생산하는 것이었다. 그러나, 4차 산업 혁명 시대의 스마트팩토리는 생산 설비가 제품과 상황에 따라 능동적으로 작업을 대처하는 것을 의미한다.

스마트팩토리 솔루션은 스마트팩토리 구현을 위해 필요한 기술들을 총칭한다. 인공지능, 로보틱스, 클라우드 컴퓨팅, 3D 프린팅, 사이버 물리 시스템(Cyber Physical System, CPS), 사이버 보안 등의 다양한 요소 기술들이 융합되어 스마트팩토리 솔루션을 구성한다. 스마트팩토리 솔루션은 스마트팩토리를 구현하기 위한 다양한 소프트웨어와 하드웨어를 모두 총칭한다.

스마트팩토리에는 에너지 절감, 제조비용 절감 및 생산시간 단축 등의 생산성 향상기술을 비롯해 제품 생애 주기별 관점에서의 시장조사, 생산, 판매, 서비스 제공 등 전 과정 네트워크화를 통한 고객 맞춤형 제품 생산 기술 등의 기술력이 요구된다.



II. 심층기술분석

4차 산업혁명 기술을 통해 실현되는 스마트팩토리

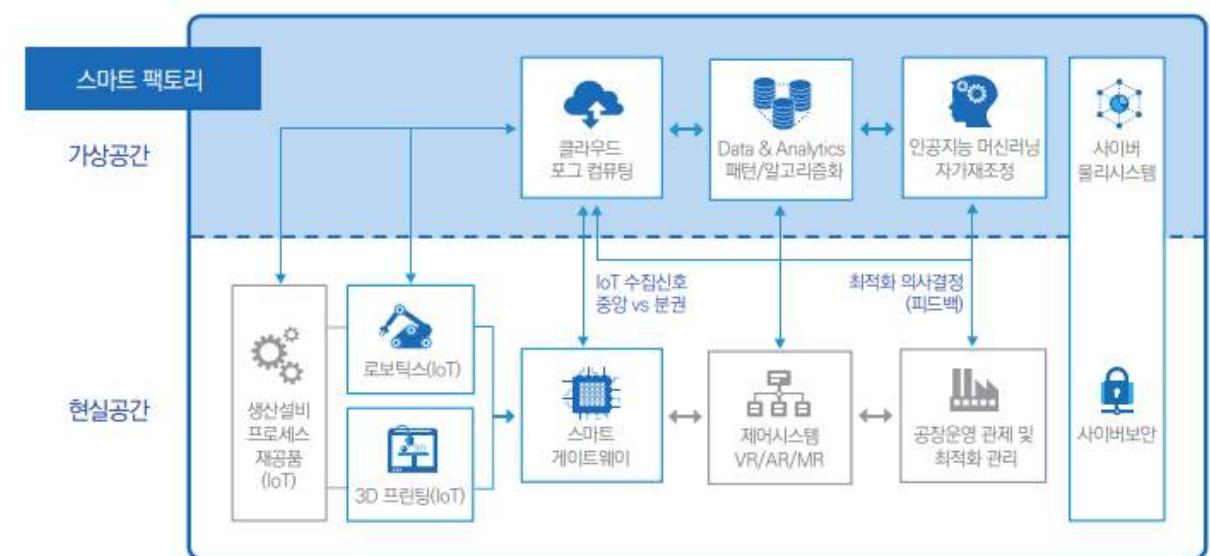
기존의 공장 자동화에서 벗어나, 최근에는 빅데이터, 인공지능, 클라우드 컴퓨팅 기술 등을 이용하여 능동적으로 업무를 수행하는 스마트팩토리가 확대되고 있다.

■ 스마트팩토리 기술개요

기존 제조 공정에 최신 기술을 도입하면서 스마트팩토리로 제조업의 패러다임이 변화하고 있다. 스마트팩토리의 주요 기반 기술들로는 빅데이터와 인공지능, 로보틱스, 클라우드 컴퓨팅, 3D 프린팅, 사이버 물리 시스템 및 사이버 보안 기술 등이 있다. 이러한 기반 기술들을 바탕으로 가상 공간에서 필요한 데이터들을 처리하고, 그러한 데이터들을 현실 공간에서 획득하거나 활용하여 설비 프로세스 등이 운영되도록 한다.

스마트팩토리 솔루션을 통해 제조업이 혁신적으로 변화하고 있다. 제품 수명 주기 관리 (Product Lifecycle Management, PLM)와 모바일 단말 관리(Mobile Device Management, MDM) 정보를 이용하여 맞춤형 생산을 진행함으로써, 불필요한 재고를 줄이고 인건비 등의 비용을 절감할 수 있다. 클라우드 컴퓨팅 및 데이터 분석 기술들을 이용하여 공장에서의 생산 뿐만 아니라, 기획 · 설계 및 유통 · 판매 단계까지 전체 프로세스가 유기적으로 연결되고 있다. 3D 프린팅을 활용한 첨단 소재가 개발되고, 초정밀 공정에 활용되는 첨단 신소재도 개발되고 있다. 그리고, 기존에는 생산 공정에 사용되었던 기계, 부품 등의 자산 보안에서 빅데이터 중심의 사이버 보안으로 보안의 대상이 변경되고 있다.

[그림 3] 스마트팩토리 기술 개요



*출처: 삼성KPMG 경제연구원



■ 자율적응형 스마트팩토리 운영을 위한 빅데이터 · 인공지능 기술

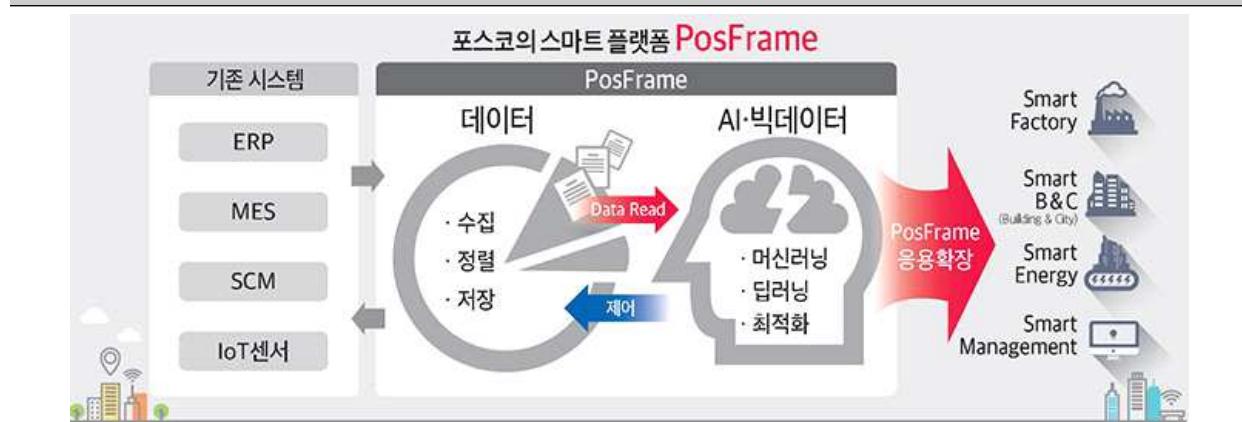
4차 산업혁명 시대의 대표적인 핵심기술은 빅데이터와 인공지능이다. 방대한 정보를 순식간에 분석하고 처리할 수 있는 빅데이터 기술과 빅데이터를 기반으로 한 인공지능 모델로 분석·추론·학습 능력을 강화하고 있다. 빅데이터 및 인공지능 기술을 통해 효율적인 의사결정과 운영 지원을 수행하여 스마트팩토리를 구축한다. 이러한 스마트팩토리 구축이 새로운 경쟁력 확보를 위한 경영 고도화 전략의 일환으로 자리매김 하고 있다.

빅데이터와 인공지능 기술을 이용하여 다양한 생산 요소(제조 응용 솔루션, 생산 설비 등)가 스스로 상황을 인지하고, 판단하도록 하여 자율적응형 제조 환경을 구축한다. 그리고, 공장 내 생산 요소들을 빅데이터 기술을 이용하여 수집·분석하고, 공장의 자율적인 운영과 최적화된 운영을 추구한다.

국내 제조업 내 인공지능 및 빅데이터 기술을 활용한 스마트팩토리 사례들이 있다. 포스코에서는 자체 개발한 빅데이터 및 인공지능 플랫폼인 포스프레임(PosFrame)을 이용하여 생산 관련 데이터를 수집하고, 작업자 의사 결정을 지원하고, 설비 이상 징후를 사전에 감지하고, 품질 결함 요인을 분석하고, 현장 위험 요소를 모니터링하는 등 생산 전반에 활용 중이다. 이와 같이 포스코는 연속 공정을 적용한 공장 생산 전반에 빅데이터 및 인공지능 플랫폼 기술을 적용하여 생산성을 향상시키고, 작업자 안전을 확보하고 있다.

삼성SDS는 자체 인공지능 플랫폼인 Nexplant를 개발하여 반도체 공장에 적용하였다. Nexplant를 통해 공정 품질을 30%, 불량 검출률을 3.5배, 불량 분류 정확도를 32% 증가시키는 등 제품의 품질 향상 및 생산성 향상에 기여하고 있다.

[그림 4] 포스코의 빅데이터/인공지능 플랫폼 '포스프레임'



*출처: 포스코 NEWSROOM

인공지능을 이용한 머신 비전 기술은 제조 공정에 융합되어, 수동 작업을 줄이고 제조 정확성을 향상시킴으로써 스마트팩토리 성장을 주도하고 있다. 머신 비전 기술을 통해 제조 과정에서의 결함 추적, 표면 마무리 검사, 부품들의 결합 검사 등의 수행이 가능하며, 기존 공장의 작업자들을 대체하면서 인건비를 감소시키고 불량 검출률 향상이 가능하다.



■ 스마트팩토리를 움직이는 로보틱스 기술

스마트팩토리는 제조 공정의 로봇화라는 개념을 수반한다. 자동화를 통해 스마트팩토리 공정을 효율적으로 운영하도록 하는 것은 작은 범주에서는 로봇화라고 해석할 수 있다. 종전의 공장 자동화에서는 특정 생산 공정에 필요한 전용기기를 사용했다. 자동화된 전용기기와 로봇들이 유연하게 함께 작동하는 것이 어려워, 결국 사람이 투입되어야 했다. 스마트팩토리에서는 로봇 중심의 자동화를 추구하고 있다. 사람의 개입 없이 로봇들 간의 유기적인 연결을 통해 제조를 수행하고, 특정 작업에만 국한된 로봇이 아니라 상황에 따라 사람처럼 다양한 제조 환경에 유연하게 활용 가능한 로봇 제작을 목표로 하고 있다.

산업용 로봇 시장을 이끄는 기업으로는 화낙(Fanuc), 야스카와(Yaskawa), ABB, 카와사키(Kawasaki) 등이 있다. 최근 산업용 로봇 기업들도 딥러닝을 이용한 로봇 제어에 대한 다양한 학습을 수행하고 있다. 특히, 화낙에서는 강화 학습을 통해 제조 공정의 효율성을 높이기 위한 연구를 다수 수행하고, 관련된 상당량의 특허들을 출원하고 있다.

[그림 5] 화낙의 인공지능 기술 기반 빈 피킹(bin picking, 통에서 물건을 고르는 동작) 시연



*출처: 로봇 신문 "화낙, 인공지능 활용해 '빈 피킹' 기술 개발한다"

■ 클라우드 및 엣지 컴퓨팅 기술을 이용한 스마트팩토리 관리

전 산업에 걸쳐, 수집되는 데이터들의 양이 폭발적으로 증가하고 있다. 제조업에서도 데이터의 폭증이 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 데이터들을 관리하기 위한 클라우드 컴퓨팅이 주목을 받았다. 클라우드 컴퓨팅은 데이터를 클라우드(데이터 센터)에 전송하고, 정보를 데이터 센터에서 저장하고 분석하는 것을 의미한다. 그러나, 클라우드 컴퓨팅은 데이터 센터가 물리적으로 먼 거리에 위치할 경우 데이터 송수신 시간이 증가하고, 많은 양의 데이터를 처리할 경우 데이터 병목 현상으로 인해 처리 시간이 지연된다는 문제가 있었다. 이러한 클라우드 컴퓨팅의 한계를 보완하기 위해 나온 기술이 엣지 컴퓨팅이다. 엣지 컴퓨팅은 사용자 근처에 위치해 있다는 것이 가장 큰 특징이다. 즉, 사용자 근처에 있는 작은 클라우드라고 할 수 있다.

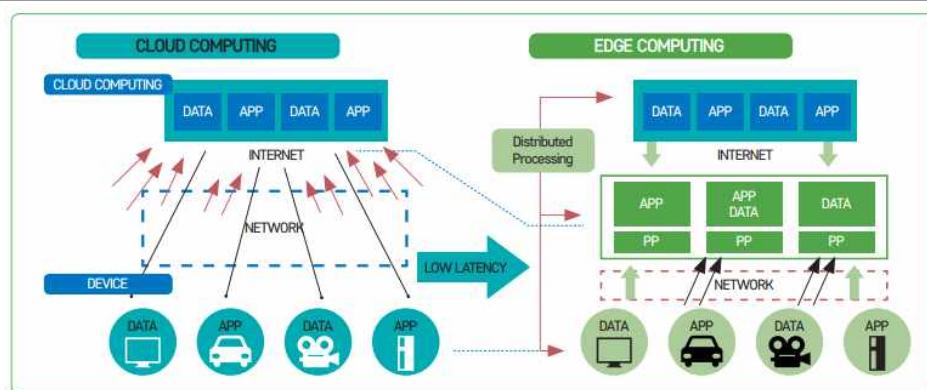
스마트팩토리에서 수집되는 데이터를 이용하여 실시간으로 변화하는 공정 상태를 분석하고, 설비 고장, 품질 불량과 같은 공정 문제를 분석하여 대처해야 한다. 이러한 분석에는 실시간으로 수집되는 데이터뿐만 아니라, 기존에 축적된 데이터들을 활용해야 한다. 클라우드에서는 기존 데



이터들을 이용한 모델링을 수행하며, 실시간으로 수집된 데이터들에 맞는 최적의 모델을 엣지로 전송하여, 엣지에서 관련 데이터들을 처리할 수 있도록 한다.

엣지에서는 클라우드에서 분석된 모델을 이용하여 설비, 공정에서의 문제를 해결하기 위한 피드백을 주며 실시간 분석을 수행한다. 엣지에서는 모델이 현재 공정에 최적화된 모델인지 여부를 판단하고, 그렇지 않을 경우 클라우드에 모델을 다시 요청함으로써 분석 성능을 향상시킨다.

[그림 6] 클라우드 및 엣지 컴퓨팅 개념도



*출처: www.cognixia.com, SPRi 소프트웨어정책연구소 재인용

■ 다품종 소량생산을 위한 3D 프린팅 기술

3D 프린팅 기술은 연속적인 계층 물질을 뿌려서 3차원 물체를 만들어내는 제조 기술이다. 산업용 3D 프린팅 시장은 국내 스마트팩토리 요소 기술들의 개별 시장 중 가장 작은 비중을 차지하는 시장이나, 점차 비중이 확대될 전망이다. 3D 프린팅 기술은 제조업 분야의 시제품 개발 단계에 주로 사용되며, 다품종 소량 생산과 개인 맞춤형 제작에 활용 가능성이 높다.

3D 프린팅 기술을 이용해 GE는 LEAP 제트 엔진용 노즐을 금속 3D 프린팅 기술로 3만 개 이상 인쇄하였고, 이를 통해 30% 비용 절감, 25% 경량화, 95% 재고 절감, 5배 내구성 강화 등의 효과를 볼 수 있었다.

■ 스마트팩토리를 보호하는 사이버 보안 기술

사이버 보안은 주요 기반 시설과 멀리 떨어진 곳에 위치한 시스템의 효과적인 제어를 위해 필수적으로 활용되는 기술이다. 제조 현장에서 상호 연결된 기기들의 수가 급증하였으며 IoT를 통해 설계부터 생산, 유통, 서비스까지 각 프로세스가 가상공간 상에 통합됨에 따라 정보 및 기술 유출의 위험성이 더욱 커지고 있다.

사이버 보안 기술은 네트워크, 데이터, 신원 및 접근, 엔드 포인트, 그리고 클라우드 보안 기술들로 구성된다. 네트워크 보안 기술은 네트워크에 부적절한 접근 및 방해를 감시하는 기술이고, 데이터 보안은 데이터베이스나 데이터 센터에 허가되지 않은 접근으로부터 보호하는 기술이고, 신원 및 접근 보안은 시스템 또는 서비스에 대한 사용자의 접근 허용성을 검토하는 기술이다. 엔트 포인트 보안 기술은 네트워크에 연결된 사물에 대한 보안 기술이고, 클라우드 보안 기술은 사이버 공격으로부터 클라우드 및 엣지 컴퓨팅을 보호하는 기술이다.



스마트팩토리는 모든 사물들이 유기적으로 긴밀하게 연결되어 있으며, 설계부터 서비스 단계까지 수많은 데이터가 연결되어 공유되고 있다. 스마트팩토리 내의 일부 정보가 노출되더라도 유기적으로 연결된 속성으로 인해 플랫폼 상에 축적된 전반적인 데이터들까지 유출될 위험성이 존재한다. 따라서, 치밀한 사이버 보안 전략이 필수적으로 요구된다.

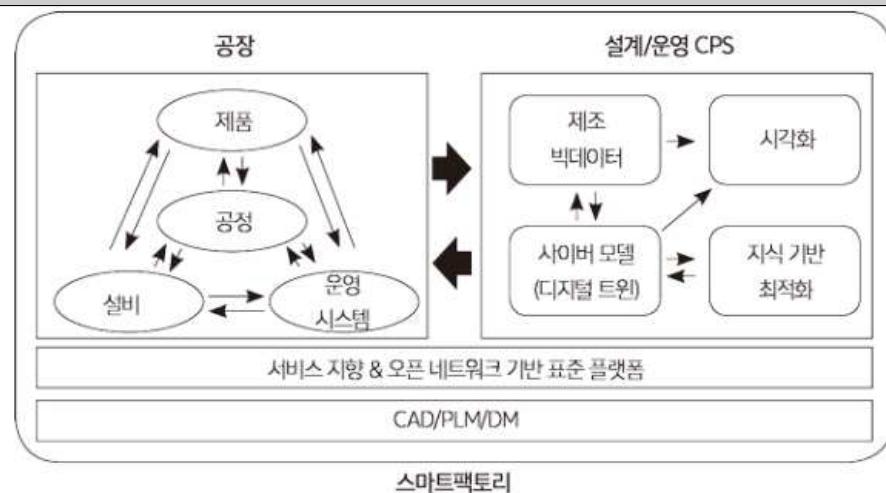
■ 스마트팩토리의 핵심, 사이버 물리 시스템

스마트팩토리는 효율적이고 유연한 자율적인 지능형 설계와 공장 운영을 수행하는 공장이다. 이를 위해 적용되는 핵심 개념이 인지, 판단, 행동을 능동적이고 자율적으로 수행하는 사이버 물리 시스템이다. 사이버 물리 시스템은 사이버 시스템과 물리적 시스템을 통칭하는 시스템으로, 기존의 실시간 임베디드 시스템이 확장된 개념이라고 볼 수 있다. 사이버 물리 시스템은 기존의 임베디드 시스템과 달리 실제 물리 세계와의 상호작용을 강조하는 시스템으로 연산, 조작, 통신의 세 가지 요소를 중심으로 구축된다. 사이버 물리 시스템은 주로 통신 기술을 활용해 물리적인 현상을 통한 데이터를 계산하고, 분석하여 물리 시스템을 구성하는 시스템 객체들에 피드백을 준다.

제조업에 사이버 물리 시스템을 활용하여 비용과 시간을 절감하고 생산 시뮬레이션을 통해 효율적인 생산을 할 수 있도록 한다. 사이버 물리 시스템을 구현하기 위해서는 모든 사물들을 연결시키는 IoT와 데이터를 수집하는 플랫폼, 의사결정을 지원하는 빅데이터 분석 기술, 인공지능 기술 등 다양한 기술들이 필요하다.

사이버 물리 시스템은 공장을 구축하거나, 생산 라인을 구축하기 전, 또는 제품의 기획 및 설계 단계에서 가상으로 시뮬레이션을 수행하는데 사용되며 생산 과정에서도 시뮬레이션 동기화를 통해 데이터를 수집하여 분석함으로써 효율화 및 최적화를 꾀할 수 있다.

[그림 7] 사이버 물리 시스템 기반 스마트팩토리 개념도



*출처: 한국산업기술진흥협회



■ 스마트팩토리 솔루션 기술 관련 특허동향

[그림 8]은 스마트팩토리 솔루션 관련 특허 출원 동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 전체 조사 특허출원 건수는 총 1,466건으로, 스마트팩토리 솔루션 분야의 6대 핵심기술에 따라 분류하였으며 로보틱스 47%, 빅데이터/인공지능 21% 순으로 확인되었다. 2016년도를 기점으로 스마트팩토리 관련 특허 출원들이 급격히 증가하는 추세이다. 2019년 후반부터 출원은 아직 미공개 특허들이 존재하여, 향후 추가적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. [그림 9]는 스마트팩토리 솔루션과 관련된 특허를 분석하여 기술시장 성장단계를 조사하였다. 그래프의 가로축은 출원인 수, 세로축은 출원 건수를 나타낸다. 1구간(~05~11), 2구간(~12~15) 및 3구간(~16~20)은 출원인 수와 출원 건수가 급격히 증가하는 성장기 기술로 확인된다.

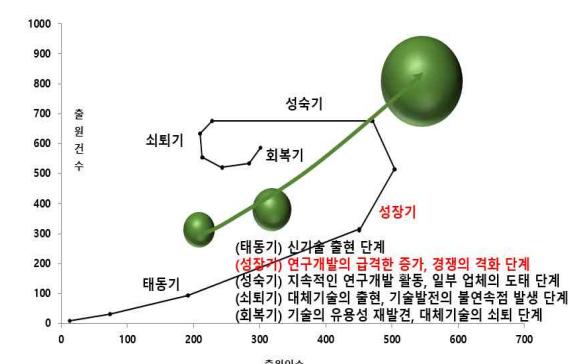
[그림 8] 연도별 특허출원 동향

(단위: 건)



[그림 9] 기술시장 성장단계

(단위: 건, 인)

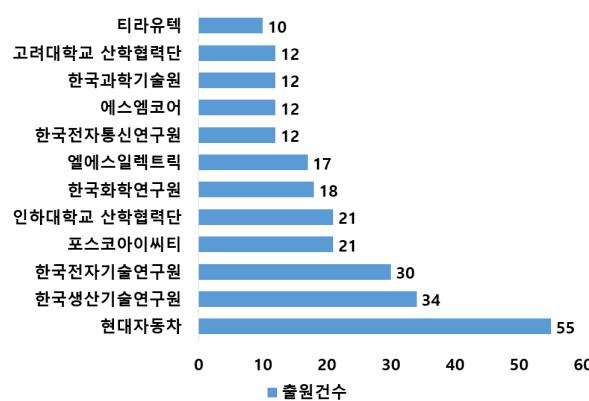


*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

[그림 10]은 스마트팩토리 솔루션과 관련된 출원 특허를 검색하여 확인된 주요 출원인을 나타내었다. 주요 출원인은 현대자동차, 한국생산기술연구원 순이었으며, 주요 출원인 중 코스닥 기업은 포스코아이씨티, 에스엠코어, 티라유텍이 조사되었다. [그림 11]은 주요출원인별 주요기술 동향을 나타내었다. 현대자동차는 로보틱스 관련 출원이 주를 이루고 있으며, 국내 스마트팩토리 시장을 주도하는 포스코아이씨티는 빅데이터/인공지능 및 사이버 물리 시스템 출원이 주를 이루고 있었다.

[그림 10] 주요출원인 및 출원건수

(단위: 건)



[그림 11] 주요출원인별 주요기술 동향

(단위: 건)



*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성



III. 산업동향분석

경쟁적으로 추진되는 제조업 혁신

제조업 혁신을 위한 전략이 국가적 과제로 경쟁적으로 추진되고 있다. 제조업 혁신의 중심에 있는 스마트팩토리 시장은 그에 힘입어 빠르게 확산되고 있는 추세이다.

■ 빠르게 성장하는 스마트팩토리 시장

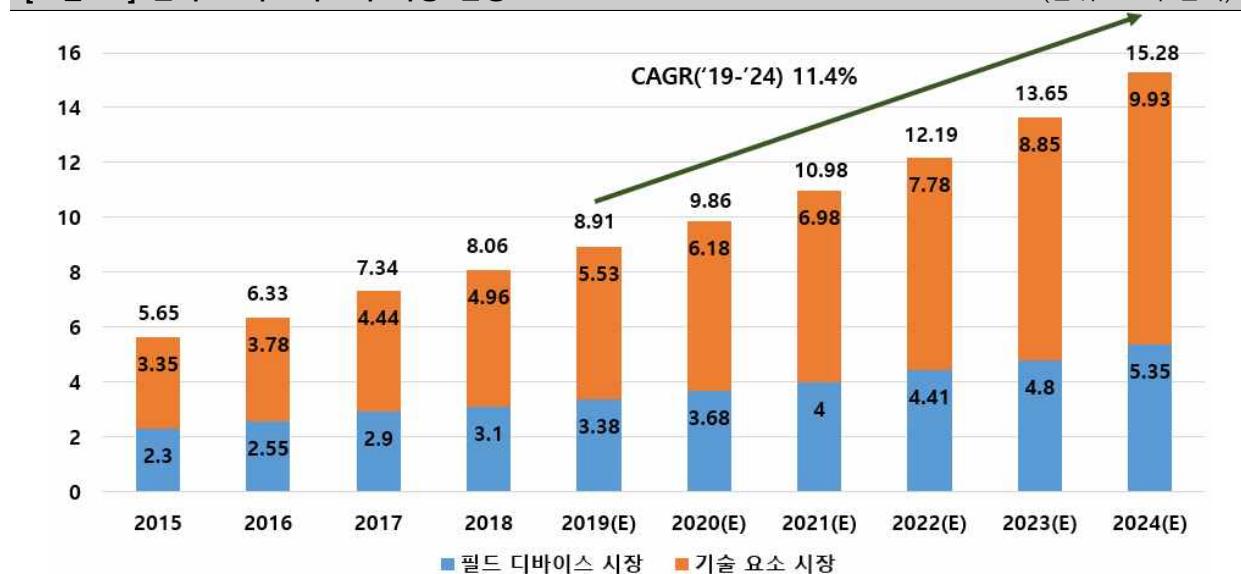
세계적으로 제조업 혁신을 위한 전략이 국가적 과제로 경쟁적으로 추진되고 있다. 제조업 혁신의 중심에 있는 스마트팩토리는 차세대 신기술과 제조기술이 접목된 지능화된 공장으로, 제조업의 생산성 및 효율성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 수단으로 주목받고 있다. 국내의 경우 GDP 대비 제조업 비중이 30%를 상회하는 만큼, 국내 경제에서 스마트팩토리가 차지하는 중요도는 상당하다고 볼 수 있다. 스마트팩토리 관련 기술들의 국내 경쟁력은 미국, 유럽, 일본에 이어 세계 4위를 차지하고 있으나, 3위인 일본과 기술 수준의 상당한 차이를 보이고 있어, 경쟁력 제고를 위한 상당한 노력이 필요하다.

MarketsandMarkets(2019)에 따르면, 한국의 스마트팩토리 시장 규모는 2018년 기준 약 80.6억 달러에 달하며, 2024년에는 1.9배 규모인 약 152.8억 달러 규모를 형성할 것으로 전망된다. 한국의 스마트팩토리 시장 연평균 성장률은 11.4%로 세계 시장에 비해 빠른 속도(세계 스마트팩토리 시장 연평균 성장률 9.8%)로 성장할 것으로 예측된다.

스마트팩토리 시장은 필드 디바이스 시장과 기술 요소 시장으로 구성된다. 필드 디바이스 시장은 PLM, MES와 같이 스마트팩토리 플랫폼에 사용되는 시스템들의 시장을 의미하며, 기술 요소 시장은 산업용 로봇, 센서, 머신비전, 3D 프린팅 등 요소 기술들에 대한 시장을 의미한다.

[그림 12] 한국 스마트팩토리 시장 전망

(단위: 10억 달러)



*출처: MarketsandMarkets(2019), NICE디앤비 재추정



한국은 필드 디바이스보다는 기술 요소 시장의 비중이 더 크며, 2019년부터 2024년까지 필드 디바이스 시장의 CAGR은 9.6%, 기술 요소 시장의 CAGR은 12.4%로 기술 요소 시장의 높은 성장률에 힘입어 빠른 속도로 성장할 것으로 전망된다.

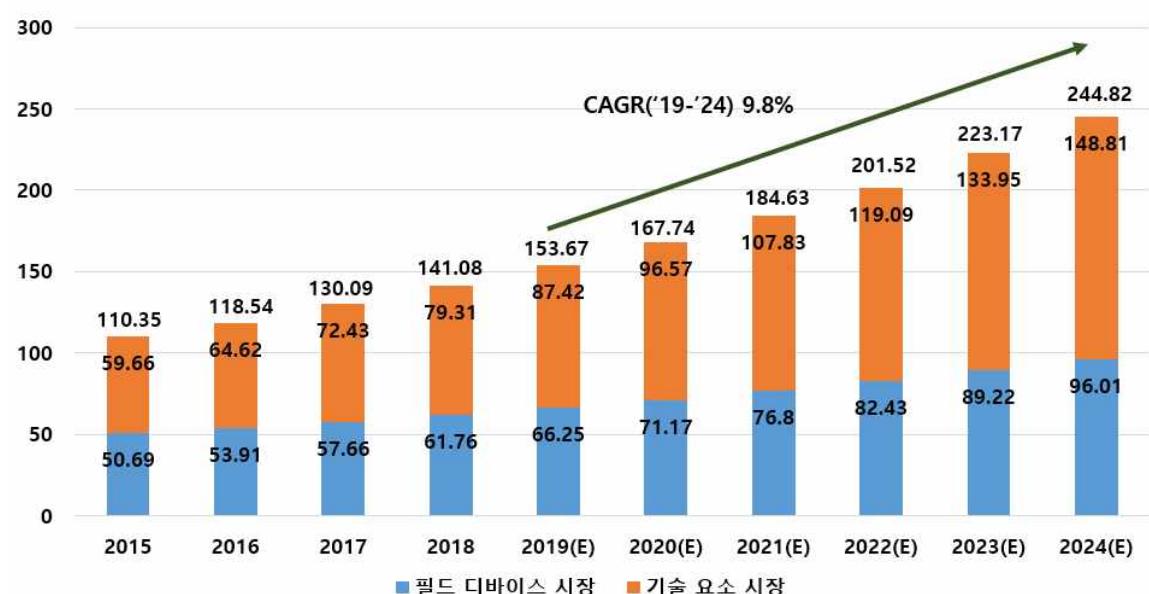
특히 국내 기술 요소 시장은 산업용 로봇 분야가 주류를 차지하고 있다. 국내 산업용 로봇 시장은 2018년 기준 26.9억 달러 규모로, 국내 스마트팩토리 기술 요소 시장의 54.2%를 차지하고 있으며, 2024년에는 49.8억 달러 규모까지 성장하며 국내 단일 기술 요소 시장 중 최대 규모를 유지할 것으로 전망된다.

산업용 3D 프린팅 시장은 2018년 기준 국내 스마트팩토리 기술 요소 시장 중 가장 작은 비중(1.8%)을 차지하는 상황이나, 2024년에는 국내 기술 요소 시장의 약 8.3% 수준까지 성장하여 기술 요소 시장들 중 가장 빠른 성장세를 보일 것으로 전망된다.

세계 스마트팩토리 시장 규모는 2018년 기준 약 1,410.8억 달러에 달하며, 2024년에는 1.7배 규모인 약 2,448.2억 달러 규모를 형성할 것으로 전망된다. 세계 스마트팩토리 시장 연평균 성장률은 9.8%로 최근 5년간의 전년 대비 성장률보다 높으며, 시장의 크기는 과거에 비해 더 빠르게 성장할 것으로 전망된다.

[그림 13] 세계 스마트팩토리 시장 전망

(단위: 10억 달러)



*출처: MarketsandMarkets(2019), NICE디엔비 재추정

■ 스마트팩토리 보급 및 확산

최근 제조업의 패러다임 변화에 대응하고, 국내 제조업의 경쟁력 강화를 위해 중소, 중견 기업을 대상으로 스마트팩토리 보급 및 확장 사업이 진행 중에 있다. 스마트팩토리 보급 및 확장 사업은 제조 산업과 공급 산업을 발전시키기 위함이다. 제조 산업 발전은 제조 기술 고도화를 통한 제조 경쟁력 강화, 해외 진출 제조 기업의 회귀, 고급 일자리 창출을 목적으로 하고 있다. 공급 산업 발전은 스마트팩토리 솔루션의 기술 발전은 통한 제조기업과 공급기업 간의 규형 발전 및 신규 일자리 창출을 목적으로 하고 있다.



스마트팩토리 솔루션들의 도입을 통해 제조 산업은 맞춤형 생산, 데이터 패턴 분석에 따른 생산 지능화, 사이버 자산 보안, 소재의 첨단화를 꾀하고 있다.

기존에는 소품종 대량 생산 체제로 공장 자동화가 이루어졌다면, 스마트팩토리 솔루션을 통해 다품종 대량 생산 체제로 변경되고 있다. 다품종 대량 생산, 즉, 맞춤형 생산을 위해서는 산업 전반의 벤류체인에 걸쳐 데이터를 수집하고 관리하는 것이 필수적이다. 제품의 개발 및 설계 단계부터 서비스 단계까지 데이터를 일관된 형태로 생성, 수집 그리고 관리해야 한다.

데이터 패턴 분석에 따른 생산 지능화는 빅데이터와 인공지능 기술을 기반으로 실현될 수 있다. 인공지능 기술이 발전함에 따라 방대한 양의 정보를 분석하고, 해당 데이터를 기반으로 공장이 능동적으로 움직일 수 있도록 한다. LS일렉트릭은 데이터 분석을 통해 제품이 부족한 것을 스스로 인식하여 무인 운반차가 부품을 운반하는 등의 스마트팩토리 기술을 현실화하여 공장에 적용 중이다. 지멘스는 암베르크 공장에 사이버 물리 시스템을 적용하여 제품의 설계부터 서비스까지 전체 과정을 관리하는 공장의 지능화를 달성한 바 있다.

스마트팩토리에서 사용자 및 사물들이 모두 네트워크로 연결되고, 이러한 유기적 연결에서 발생하는 데이터들이 증가하면서 사이버 위협도 증가하고 있다. 사이버 공격 또한 지능화되고 있으며 작은 부분에 대한 위협도 플랫폼 간 밀접한 연결을 고려하였을 때 근간을 흔드는 큰 위협이 될 수 있다. 네트워크 보안, 클라우드 보안, 엔드 포인트 보안 등 사이버 보안 기술을 통해 벤류체인을 보호하는 것이 큰 이슈로 자리잡고 있다. 향후, 산업에서 사이버 보안에 대한 관심 및 중요성이 상당히 부각될 것으로 예상된다.

스마트팩토리에서는 이종 소재 간 융복합을 통한 첨단 소재 개발 및 상용화가 더욱 가속화될 것으로 예상된다. 전통적인 소재들로 개발에 한계가 보이던 지능형 반도체, 초소형 첨단 센서, 첨단 로봇 등의 분야에는 소재 첨단화를 통해 기술 발전이 다시 진전되고 있는 추세이다.

[그림 14] LS일렉트릭 스마트팩토리



*출처: 매일경제 "한국 스마트팩토리 어디까지 왔나 | 포스코·LS산전, 생산성 '쑥쑥' 고도화 中企 격차축소 안간힘...기술·인력 발목"



IV. 주요기업분석

기업들의 스마트팩토리 전환 증가 추세

국내외 기업의 공장들이 스마트팩토리로 변화하고 있다. 국내외 글로벌 대기업들은 생산성 및 효율성 향상을 위해 스마트팩토리를 공장에 도입하고 있으며, 중소기업들의 참여도 증가하고 있다.

■ 국외 스마트팩토리 솔루션 기술 선도 기업: 지멘스, GE, 미쓰비시전기

1. 지멘스, 스마트팩토리의 대명사

스마트팩토리를 얘기할 때 가장 많이 회자되는 공장이 지멘스의 암베르크 공장이다. 암베르크 공장에는 설비 자동화 외에도 디지털 트윈(사이버 물리 시스템 기술), 센서를 통한 정보의 수집 및 활용이 많이 알려져 있다. 디지털 트윈은 제조 현장의 상황을 실시간으로 시스템을 통해 확인, 제어할 수 있으며, 시제품 제작 단계에서 가상으로 제품 생산을 시뮬레이션할 수 있도록 하여, 개발 비용과 시간을 획기적으로 단축시켰다. 또한, 불량률 등의 단순 수치 획득을 넘어서서, 불량이 발생했을 때 해당 작업의 담당자가 누구인지, 어느 협력사의 부품인지에 대한 상세 정보를 획득함으로써 문제 해결 시간을 획기적으로 개선하였다. 지멘스는 스마트팩토리 구축으로 암베르크 공장의 불량률은 0.0012%로, 제품 100만 개당 불량품이 12개에 불과하게 됐다고 밝혔다.

2. GE, 생각하는 공장

GE의 생각하는 공장은 항공, 발전, 오일 및 가스, 운송, 네 가지 사업 영역에 필요한 제품을 한 곳에서 생산하는 인도에 위치한 공장이다. GE의 공장은 공장 시설과 컴퓨터가 IoT를 통해 실시간으로 대화를 나누고 정보를 공유한다. 이를 통해 제품의 품질 유지와 돌발적인 가동 중지를 예방하는 의사결정을 직접 내린다. 이를 통해 GE는 스마트팩토리를 구축한 첫 해인 2015년에 전체 연료비의 1.5%인 1,500만 달러를 절약하였다고 밝혔다. GE는 앞으로 인도에서의 생각하는 공장 운영 방법론을 활용하여 세계 400여 개 공장 중 50개를 IoT, 빅데이터 등 디지털 신기술 기반의 스마트팩토리로 전환할 예정이다.

3. 미쓰비시전기, 일본 스마트팩토리의 산실 e-F@ctory

미쓰비시전기의 나고야제작소는 일본 내에서 손꼽히는 스마트팩토리 공장이다. 미쓰비시전기는 1970년대부터 공장 자동화 시스템을 개발하였으며, 2003년에 e-F@ctory 솔루션을 개발하였다. 미쓰비시전기는 e-F@ctory 솔루션을 나고야제작소에 도입하면서 품질 순실은 50% 이상, 에너지 비용은 30%, 가공시간은 15% 이하로 감소하였으며 생산성은 30% 증가하였다고 밝혔다. 미쓰비시전기의 e-F@ctory 솔루션은 지멘스의 디지털 트윈과 경쟁하며 발전하고 있다.



■ 국내 스마트팩토리 솔루션 기술 선도 기업: 삼성SDS, LS일렉트릭

1. 삼성SDS, Nexplant을 기반으로 한 스마트팩토리의 실현

삼성SDS는 Nexplant 플랫폼을 이용하여 스마트팩토리를 시현시킨다. Nexplant 플랫폼은 공정 과정에서 통합 관제 시스템 역할을 수행한다. Nexplant는 크게 3개의 존(플랜트 지능화, 제조 지능화, 물류 및 시설 지능화)으로 나뉘어 있다. 구체적으로, 플랫폼 기반 통합 관제 솔루션(SEMS), 데이터 기반 설계 도면 생성 자동화(엔지니어링), 증강현실 기반 운영 가이드·SOC 모니터링 서비스, 표준화된 설비 온라인을 실현하는 설비 지능화 솔루션, 딥러닝 기반 검사 지능화 솔루션 등을 제공한다.

[그림 15] 삼성SDS Nexplant 개념도



*출처: 머니투데이 '삼성SDS, AI 기술로 제조 지능화 박차'

2. LS일렉트릭, 한국 스마트팩토리의 선두주자

LS일렉트릭은 한국의 스마트팩토리 성공 사례에 손꼽히는 기업이다. LS일렉트릭의 청주 1사업장은 대표적인 스마트팩토리로, 부품 공급부터 조립, 포장 등 전체 라인에 자동화 시스템이 구축되어 있다. LS일렉트릭의 청주 공장은 이미 수년 전부터 96% 수준의 자동화율을 달성하였으며, 생산라인 곳곳에는 무인 운반차가 배치되어 있다. 무인 운반차는 부품이 부족한 라인을 능동적으로 인식하여, 필요한 곳에 부품을 자동으로 운반한다.

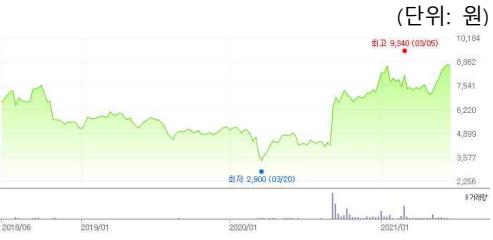
LS일렉트릭은 오픈형 스마트팩토리 생태계 플랫폼인 테크스퀘어(Tech Square) 개발을 통해 제조 기업의 스마트팩토리 구축 확대를 본격화하고 있다. 테크스퀘어를 통해 스마트팩토리 도입을 원하는 기업에게 최적의 솔루션 및 공급 기업을 매칭해주고, 시스템 유지 보수가 가능하도록 하는 서비스를 제공한다.

■ 국내 스마트팩토리 솔루션 코스닥 기업: 포스코ICT, 에스엠코어, 티라유텍

[포스코ICT] 포스코 그룹의 SI 기업인 포스코ICT는 2010년 IT 계열사인 포스테이타와 엔지니어링 기업인 포스콘이 합병하여 설립되었다. 포스코ICT의 주력 사업은 스마트 IT 시스템 구축 및 운영, 스마트 전기제어설비 구축 엔지니어링, 인더스트리 융합, 물류 자동화, 지능형 운송 시스템 등이 있다. 포스코ICT는 포스코 제철소의 스마트팩토리를 구축하였으며, 포스코건설, 포스코케미칼, 포스코인터내셔널 등의 스마트팩토리 구축 수주를 받고 진행하고 있다. 2021년도에는 스마트팩토리 관련 수주액이 2,000억 원 이상이 될 것으로 예상된다.

포스코ICT는 포스코와 함께 2025년까지 제철소 모든 공정에 스마트팩토리 플랫폼인 포스프레임을 적용할 예정이다. 포스코ICT는 관련 계열사뿐만 아니라, 목재기업인 동화기업, 비철금속기업인 LS-니코 동제련, 한국 유리, 효성중공업 등 다양한 제조기업의 스마트팩토리 구축을 진행하고 있다.

[표 1] 포스코ICT 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
(단위: 원)  ※제 2,900 (03/20) ※회고 9,340 (09/05) ※제 2,256 (10/05) ※제 1,989 (12/05)	매출액(억 원)	9,271	9,698	9,642
	증감률 YoY(%)	-2.47	4.61	-0.58
	영업이익(억 원)	421	481	261
	영업이익률(%)	4.54	4.96	2.71
	순이익(억 원)	-342	397	90
	EPS(원)	-225	258	57
	EPS 증감률(%)	-	214.67	-77.91
	P/E (x)	-23.16	20.54	135.84
	EV/EBITDA(x)	10.60	12.20	29.40
	ROE(%)	-9.26	11.13	2.36
	P/B(x)	2.34	2.20	3.19

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[에스엠코어] 에스엠코어는 SK그룹의 자동화 설비 전문 제작업체로, 고객사의 생산 제품 혹은 공정에 맞추어 자동화 전용기, 자동 창고 등 자동화 설비와 시스템을 개발하여 공급한다. 에스엠코어의 사업 부문은 자동화 장비, 클린팩토리(clean factory) 및 스마트팩토리로 구분된다. 2017년 1월, 에스엠코어는 SK그룹에 편입된 후, SK하이닉스의 스마트팩토리 신규 사업을 시작하며, 전공정 및 후공정에 대한 자동화 물류 장비 공급을 확대하고 있다. 에스엠코어는 SK계열사뿐만 아니라, 인도의 Reliance, CEAT, MRF 등 고객사와 꾸준한 수주 계약을 통해 거래를 진행하고 있다. 다만, SK그룹에 인수된 이후 폭발적인 수주를 기대하였으나, SK그룹의 설비 투자 지연으로 인해 절대적인 수주 금액이 감소된 바 있다. 향후 SK그룹사의 설비 투자가 증대되거나, 해외 대규모 수주를 따올 경우, 수익성 개선이 기대된다.



[표 2] 에스엠코어 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance		Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
(단위: 원)	매출액(억 원)	935	1,281	1,040	
	증감률 YoY(%)	29.08	37.01	-18.77	
	영업이익(억 원)	2	39	16	
	영업이익률(%)	0.24	3.01	1.50	
(포트폴리오 분석기준)	순이익(억 원)	10	34	-6	
(1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,	EPS(원)	76	170	-32	
(3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음	EPS 증감률(%)	-	123.68	-118.82	
	P/E (x)	114.54	64.83	-230.45	
	EV/EBITDA(x)	78.00	34.48	29.70	
	ROE(%)	2.00	4.62	-0.90	
	P/B(x)	2.29	3.08	2.10	

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[티라유텍] 티라유텍은 2006년에 설립된 스마트팩토리 소프트웨어 전문 기업으로, 2019년 10월에 코스닥 시장에 상장되었다. 티라유텍은 생산 관리, 설비 자동화, 공급망 관리, 제조 빅데이터 분석 등 스마트팩토리 구축에 필요한 솔루션 라인업을 갖추고 있다. 티라유텍의 주요 고객사로는 삼성전자, 삼성전기, 삼성SDI, LG화학, 한화큐셀 등이 있다. 최근, 티라유텍은 로봇 사업을 위해 국내 로봇 자율주행 전문 기업인 클로봇과 제휴를 맺었으며, 자동차 부품 업체인 센트랄 그룹과 모빌리티 솔루션을 개발할 합작 법인인 Formation Labs를 설립하였다.

[표 3] 티라유텍 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 별도기준)

Performance		Fiscal Year	2018년	2019년	2020년
(단위: 원)	매출액(억 원)	228	285	346	
	증감률 YoY(%)	3.64	25.33	21.32	
	영업이익(억 원)	17	22	-13	
	영업이익률(%)	7.53	7.78	-3.84	
(포트폴리오 분석기준)	순이익(억 원)	15	26	-11	
*2019년 10월 31일 상장기업	EPS(원)	485	633	-199	
*[2019년 10월 31일 ~ 현재]의 주가추이	EPS 증감률(%)	-	30.52	-131.44	
	P/E (x)	-	23.45	-65.53	
	EV/EBITDA(x)	-	19.97	213.14	
	ROE(%)	25.49	14.71	-3.97	
	P/B(x)	0.00	2.80	2.63	

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공