

2018년 3/4분기

부리산업 인적자원개발위원회(ISC) 이슈리포트 (ISSUE REPORT)

■ 선진국의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략



부리산업 인적자원개발위원회
(대표기관 : 한국금형공업협동조합)

●●● 목 차 ●●●

■ 선진국의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략

- 요 약 2
- I. 서 론 3
- II. 스마트팩토리 전망 4
- III. 선진국의 스마트팩토리 구축 동향 7
- IV. 주요국(독일, 미국, 일본) 사례 소개 8
- V. 선진국의 스마트팩토리 구축 전략 19
- VI. 결론 및 시사점 22

- 본 보고서는 산업별 인적자원개발위원회의(ISC) 고유기능으로 뿌리산업 인적자원개발위원회에서 작성하였습니다.
- 보고서에서 활용한 데이터는 조사시점과 기준이 서로 다른 국가 승인통계 및 민간통계 자료로 개별 통계표나 차트 등을 인용할 경우 착오가 없도록 유의하시기 바랍니다.
- 보고서의 내용을 대외적으로 활용 및 인용할 경우에는 반드시 원 출처를 명기하여 주시기 바라며 관련 참고문헌 및 데이터 출처는 본문의 해당자료에 명시하였습니다.
- 마지막으로 본 보고서의 내용은 '이슈리포트'를 위한 의견이며 전국의 뿌리산업의 공식적인 견해와는 차이가 있을 수 있습니다.
- 뿌리산업 인적자원개발위원회 사무국 : 오성민 과장(070-4269-9388, osm@koreamold.com)

□ 선진국의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략

- 스마트팩토리, 4차 산업 혁명의 핵심 기반으로 최근 큰 관심을 끌고 있는데 현재 스마트팩토리 도입에 앞장서고 있는 나라는 독일, 미국, 일본임. 세 나라는 모두 제조업의 생산성 고도화, 글로벌 경쟁력 강화를 위한 대안으로 스마트팩토리를 추구하고 있지만, 구체적인 전략 방향은 약간씩 다름. 배경에는 국가별 제조업 특성, 기술/사업 강점 역량, 기업 간 구조의 차이 때문인 것으로 풀이됨
- 무엇보다 독일은 정부 주도 하에 산학연 연계를 통해 공적 표준화 전략을 추진 중인데 자동차와 기계 및 관련 부품 산업이 강한 독일은 21세기형 차세대 생산 체제를 구축하고 스마트팩토리의 글로벌 표준을 장악하려 하고 있으며 나아가 장기적으로 독일 산업계 전역을 '세계의 공장을 만드는 공장'으로 전환하려는 구상을 갖고 있음. 반면 미국은 대기업 주도 하에 개방적 구조로 시장 기반의 표준화 전략을 추진하고 있는데 사물인터넷의 연장선상에서 새로운 사업 모델과 수익 흐름의 창출이라는 현실적 실리를 추구하고 있음. 한편 일본은 느슨한 표준 전략을 추구하며 기업들이 각개 약진하는 양상이며 또한 JIT, 카이젠, 모노즈쿠리 등 기존 생산성 방식의 한계를 돌파하기 위한 보완적 수단으로 스마트팩토리를 활용하면서, 독일, 미국과 다른 제3의 현실적 노선을 탐색하고 있음
- 기업들의 추진 동향도 국가별로 각각 다른데 독일 기업들은 컨베이어 벨트의 제거, 설비 및 공간간의 연결, 가상과 현실의 결합, 인간과 기계의 협업을 통해 새로운 다품종 소량 생산 방식을 모색함. 반면 미국 기업들은 당장 확보 가능한 사업상 효익을 추구하고, 이에 기반해 새로운 사업모델을 만들어내는데 초점을 맞추고 있으며 또한 플랫폼 선점과 적극적인 외부 연계로 관련 역량 강화와 세력 확대를 추구하고 있음. 한편 일본 기업들은 옛지 컴퓨팅이라는 차별적인 관점 하에 거대 프레임의 구축보다는 강점 있는 기계·계측·자동화 제품들의 스마트화를 통해 시장 내 입지를 강화하고 있으며 나아가 일본에서는 부품, 소재 기업들도 스마트팩토리 관련 신사업 기회를 활발히 모색하고 있는 중임
- 이처럼 국가와 기업들의 다각적 노력에 따라 스마트팩토리 시장 활성화에 대한 기대감이 점차 커지고 있음. 생산성 돌파구 마련의 필요성, 고기량 제조 인력들의 감소, 시장 변화 속도의 증가, 요소 기술들의 가격 인하, 각국 정부의 제조업 부흥 노력 등 글로벌 트렌드 측면에서 스마트팩토리의 확산 여건은 분명 무르익고 있음. 그러나 여전히 수요 측면의 도입 장애 요인들도 많아 시장의 조기 확산을 장담하기는 힘든 상황임. 투자 사이클 이슈와 기존 장비 문제, 표준화 지연 및 투자비용 하락 이슈, 보안 및 내부 기밀 유출에 대한 불안감, 고정비 증가에 따른 재무적 유연성 저하, 아웃소싱 같은 다른 제조 대안의 존재는 확산을 저해하는 요인으로 작용할 것임
- 또한 제조업 내에서도 세부 산업들의 여건이 매우 다른 특성상 스마트팩토리 확산 속도는 산업별로 천차만별일 가능성이 큼. 다만, 자동차나 기계, 부품 산업의 경우 스마트팩토리가 다른 산업에 비해 빠르게 확산될 여지가 커 보임. 제품이 고중량, 고정밀, 고가격 특성을 갖고, 라이프 사이클이 길며, 고객들의 맞춤화 요구가 큰 관계로 스마트팩토리 도입의 비용 대비 효익이 상대적으로 크기 때문임
- 향후 스마트팩토리 기술 발전과 함께 글로벌 제조업의 경쟁 지형도 서서히 변해 나갈 전망이다. 정부 및 기업들은 힘을 합쳐 우리 체질에 맞는 스마트팩토리를 만들어가야 할 것이며 한국 고유의 주력 제조업, 기술/사업 역량, 기업 간 구조의 특성에 잘 부합하고, 독, 미, 일 3국의 전략 방향과는 차별적인 스마트팩토리 전략을 구상하고 실행해 나갈 필요가 있음. 해외 국가, 기업들의 전략이나 동향을 단순히 모방하는 것은 우리 체질에 맞지 않을 수 있음. 다른 한편으로 전 세계적으로 스마트팩토리 실험 과정에서 다양한 와해적 생산 방식들이 출현할 가능성과, 향후 중국이 스마트팩토리를 적극 도입해 제조 경쟁력 측면에서 우리를 더 빨리 추월할 가능성에 주의할 필요가 있음

- 국내 총생산의 약 30%를 차지하고 경제성장의 견인차 역할을 했던 국내 제조업이 국내·외 경기침체의 영향으로 위기에 봉착한 상황임. 중국의 28%, 독일의 23%, 일본의 19%에 비해 월등히 높은 한국 제조업이 경쟁력 순위가 계속 하락하고 있고 특히 대기업과 중견기업 중심으로 해외진출이 증가하고 있는 것은 커다란 문제점으로 대두되는 실정이며 되짚어볼 필요가 있음
- 전문가들은 저비용과 고비용의 산업구조가 글로벌 경쟁력 약화를 초래했으며 한국 제조업의 위기가 기술우위의 제조강국과 비용우위의 제조강국 사이에 간혀 차별성을 잃었기 때문이라고도 분석함
 - 과거 1960년대부터 시작된 국내 제조업 기반은 현재 개발도상국의 경쟁력과 같이 낮은 임금을 통한 성장이었고 현재 국내 제조업은 재벌기업과 동반 성장해 왔기 때문에 일부 대기업의 경쟁력 약화가 제조업의 근간을 흔들 수 있는 상황임
- 서비스 분야의 발달로 제조업 비중이 감소하고 탈산업화가 심화되어 왔으나 제조업이 전후방 연관효과가 높고 경제전체에 미치는 영향이 크기 때문에 미국과 독일, 일본 등 선진국을 중심으로 제조업이 재조명되고 있음
- 최근 주요 국가들이 제조업을 통해 고용창출과 기술개발, 신제품 출시로 국가의 글로벌 경쟁력 확보에 주력하고 있으며 특히 미국은 트럼프 정부의 강력한 기조로 저렴한 인건비를 앞세워 개발도상국으로 이전한 자국 기업들을 본국으로 복귀시키기 위한 정책을 확대하며 자국의 제조업 경쟁력을 강화하는 실정임
- 이른바 리쇼어링(Reshoring, 제조업의 본국 회귀)을 추진하고 있는 국가 간의 제조업 유치 경쟁은 총성 없는 전쟁으로 불리고 있는 가운데 사업규모별로 편차가 큰 국내 제조업 시장은 중소기업의 기반이 탄탄하지 못해 글로벌 경쟁에 있어 매우 취약한 상황이며 4차 산업혁명에 대한 대응과 생존을 위한 전략구상을 통해 제조업 전반의 경쟁력 확보가 절실한 상황임
- 이에 본 보고서는 4차 산업혁명의 핵심기반이라고 할 수 있는 선진국들의 스마트팩토리 구축 현황과 전략을 살펴보고 국내 제조업의 기초인 뿌리산업의 발전 방향과 시사점을 제시하고자 함

스마트팩토리 전망

- 스마트팩토리란 제품의 기획·설계·생산·유통·판매 등 전 생산과정을 ICT (정보통신기술)로 통합하여 최소의 비용과 시간으로 맞춤형 제품을 생산하는 진화된 공장을 의미하는데 IoT(사물인터넷), AI(인공지능), 빅데이터 등으로 통합하여 자동화와 디지털화를 구현하는 것이 공장 자동화와 차별되는 요소임

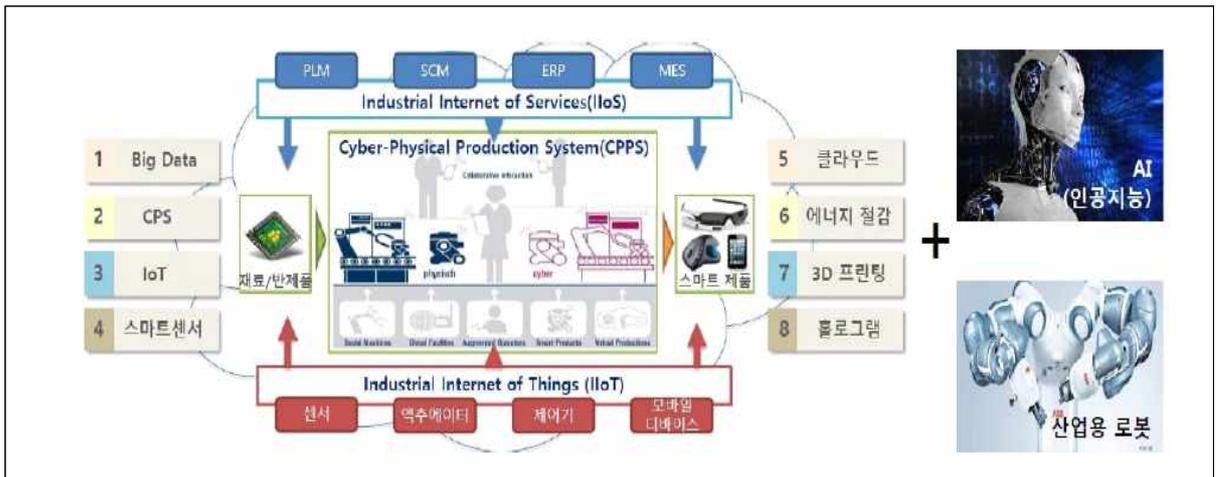
[표 II-1] 스마트팩토리 수준별 단계

출처 : 산업통산자원부, 유진투자증권

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도화	IoT/IIoT기반의 CPS화				인터넷 공간의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영			
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	시뮬레이션과 일괄 프로세스 자동화	다품종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기술정보 생성 자동화와 협업	다품종 생산 협업
기초수준	실적집계 자동화	공정물류 관리	관리기능 중심 기능 개별 운용	서버를 통한 기술/납기 관리	단일 모기업 의존
ICT미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화, 이메일

[그림 II-1] 스마트팩토리 관련기술

출처 : 한국산업기술사협회, 유진투자증권



- 현재 4차 산업혁명의 핵심 진원지로서 스마트팩토리가 주목받고 독일과 미국, 일본 기업들이 스마트팩토리 시장에 다양한 형태로 뛰어들면서 시장 활성화에 대한 기대감이 높아지고 있음



○ 글로벌 트렌드라는 측면에서 스마트팩토리가 확산될 수 있는 다양한 여건들이 갖춰지고 있으나 수요기업 입장이라는 측면에서는 스마트팩토리 확산을 가로막는 장애요인들도 많은 상황임. 뿌리산업 등 다양한 산업의 특성을 고려할 경우 스마트팩토리 확산 속도는 업종별로 천차만별일 가능성이 높으며 확산 촉진요인과 저해요인을 짚고 넘어갈 필요가 있음

○ 스마트팩토리 확산 촉진 요인

- 스마트팩토리의 확산을 판단하는 입장에서는 ① 새로운 생산성 돌파구 마련의 필요성 ② 고기량 제조 인력의 감소 ③ 시장변화 속도의 증가 ④ 요소 기술들의 충분한 가격 인하 ⑤ 각국 정부의 제조업 부흥 노력이 근거임
- 무엇보다 향후 선진국과 신흥국 모두에서 새로운 생산성 돌파구를 마련할 필요성이 점점 커질 것이며 저원가 혁신·생산 능력으로 무장하고 강력한 경쟁자로 부상 중인 신흥국 제조 기업들과 경쟁하려면 선진국 제조 기업들은 고품질, 고기술 제품을 고도의 생산 효율로 제작해야 함. 동시에 신흥국 기업들도 품질 개선과 효율성 증대 필요성을 점차 느끼고 있으며 노무비 상승 등 저비용 우위가 점차 희석되는 상황에서 저마진 문제를 극복하려면 고부가가치 제조로 한 단계 도약을 시도해야 하는 상황임
- 생산 측면의 환경 변화와 함께 시장의 변화가 빨라지는 것도 스마트팩토리 필요성이 높아지는 중요한 요인으로 일례로 자동차 모델 변경주기와 스마트폰의 제품교체 주기 생활밀착형 업종의 경우 2~3주마다 새로운 모델로 바뀌는 패스트패션, 리빙이 대세가 되고 있음. 이러한 변화에 대응하려면 시장대응 시간의 단축이나 공정 재고 감소가 필수인데 공정 변경에 상당한 시간이 걸리는 기존 대량생산형 체제로는 대응이 불가함
- 각국 정부가 제조업 부흥을 위해 스마트팩토리 도입에 사업비 지원과 세금 감면 등 다양한 혜택을 부여할 가능성이 높으며 특히 중국은 주요 정책의 변경을 통해 스마트팩토리와 관련된 자동화 장비, 로봇회사가 급속히 성장하고 있는 가운데 노동집약적 공장들이 자본집약적 공장으로 대체되고 있는 것이 주요 징후임

○ 스마트팩토리 확산 지연 요인

- 스마트팩토리 확산 지연으로 판단하는 입장에서는 ① 투자 사이클 이슈와 기존 장비 문제 ② 표준화 지연 및 투자비용 하락 이슈 ③ 보안 및 내부



기밀유출에 대한 우려 ④ 운영 유연화와 재무 유연화의 상충 ⑤ 아웃소싱 같은 다른 제조 대안의 존재 등을 이유로 제시함

- 기업들은 경기가 좋아지면 장비투자를 늘리고 경기가 나빠지면 투자를 줄이는데 지난 15년간의 상당한 자본투자가 이루어져 과잉 생산용량 이슈와 현재도 진행 중이지만 세계적인 저성장 기조가 지속될 것이라는 예상에 따라 기업입장에서는 추가 신기술이나 시설 투자 의욕이 크지 않을 수 있음
 - 게다가 설비의 내구기한인 10~20년 이후에도 기업들은 긴축경영을 위해 설비를 고쳐서 사용하는 경우가 대다수라 신규 스마트팩토리로 전환하려는 기업은 소수일 것이며 각국의 표준화 규격에 따른 치열한 경쟁으로 투자를 하지 않고 관망하려는 것이 더 현실적인 판단이라는 점임
 - 또한 스마트팩토리는 기본적으로 장비들에 인터넷 주소를 부여하고 장비, 공장, 기업을 이더넷과 인터넷 망으로 연결하는 형태로 구성되는데 보안사고에 따라 장비가동 중단과 조업 차질로 심각한 경제적 손실을 야기할 수 있으며 이에 따른 불안감과 데이터 소유권에 대한 마찰 우려로 투자를 주저하게 만드는 요소임
 - 아웃소싱 같은 다른 제조 대안들이 스마트팩토리의 매력을 저하시킬 수 있음. 전자산업에서는 수요 변동성의 분산을 위해 아웃소싱을 확대하는데 대표적으로 애플은 전문제조수탁회사인 홍하이를 통해 아이폰을 생산하며 많은 하드웨어 스타트업들은 중국 심천의 공장들을 이용하여 시제품이나 소량의 초도물량을 생산하는 등의 비용 절감을 선호하고 있음
- 이처럼 다양한 확산 및 저해요인들을 고려할 때 기대와는 달리 스마트팩토리가 순식간에 확산되지는 않을 것임, 스마트팩토리는 ICT 산업과 달리 기계산업의 느린 사이클에 따라 천천히 진행될 가능성이 높음
 - 산업에 따라서도 스마트팩토리 확산 속도나 활용 속도는 천차만별일 가능성이 큰데 이는 산업마다 비용 구조가 다르고 기존의 자동화 수준, 고정밀·고품질 생산의 필요성, 시장의 다품종 소량 생산 압박, 요소 기술별 사용가치가 각각 다르기 때문이며 뿌리산업의 경우에는 대부분 기계 또는 기계부품을 생산하는 독일이 선제적으로 스마트팩토리를 도입한 경우를 고려하면 도입시기에서 확산시기까지의 기간은 늦겠지만 확산속도는 타 산업대비 빠를 것으로 전망되고 자동화 수준이 낮고 인건비 수준이 높았는데 스마트팩토리 도입 시 비용절감이나 품질향상의 효익을 크게 기대할 수 있기 때문임

- 현재 스마트팩토리는 독일이 주도하는 가운데 미국과 일본의 추격 양상으로 전개 중임. 독일은 2011년부터 인더스트리 4.0(Industrie 4.0) 슬로건 하에 국가차원에서 스마트팩토리 전략을 추진해오고 있음. 인더스트리 4.0은 ICT 기술을 활용해 생산공정을 업그레이드하고 개발·구매·유통·서비스까지 전 가치사슬을 통합하며 나아가 셀 생산방식과 사이버 물리시스템(CPS)등을 결합해 새로운 형태의 생산체제를 만들고자 하는 개념임
- 미국도 2012년 이래 ‘국가 첨단 제조전략’ 등 제조업 부흥정책을 선보였으나 국가차원에서 새로운 미래 제조업 체제의 청사진까지 구체적으로 제시하지는 못했음. 다만 2012년부터 GE社의 산업인터넷(Industrial Internet) 전략 추진, 리쇼어링 타진 제조업체의 증가에 힘입어 스마트팩토리에 대한 관심이 높아졌음. 산업 인터넷은 사물 인터넷을 산업현장에 적용한 버전이라고 볼 수 있으며 산업현장에서 사물 인터넷·클라우드·빅데이터 분석 등 새로운 기술적 기반을 활용해 최근의 생산성 정체를 돌파하고 사업모델을 창출하려는 것임
- 일본은 2000년대 모노즈쿠리 전략, 2013년 산업 재흥플랜 등 다양한 제조업 경쟁력 강화 정책들을 추진해왔음. 그러나 이러한 정책들은 적시생산체제(JIT), 현장암묵지, 지속적 개선(Kaizen), 모노즈쿠리 등 전통적인 생산성 제고 방법론을 중시했고, ICT 기반의 생산성 증대 가능성에는 큰 관심을 갖지 않았음. 그러나 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업 인터넷, 나아가 전세계적인 4차 산업혁명 논의에 발맞춰 최근 일본정부와 재계 모두 스마트팩토리에 다시금 주목하고 있는 상황임
- 독일·미국·일본 모두 스마트팩토리를 기존 제조업의 업그레이드 대안으로 적극 강조하고 있지만 세부 전략에 있어 미묘하게 다른 노선을 취하고 있음. 또한 기업들의 추진 동향도 국가별로 약간씩 상이하며 주체만 보더라도 독일은 정부 주도 성격이 강하나 미국은 대기업 주도형이며 일본은 각기 기업들이 독립적으로 추진하는 상황임. 전략적 목표도 뒤에 언급하겠지만 독일은 21세기형 생산체제의 구축이라는 비전으로 20세기 대량생산체제를 뛰어넘어 새로운 다품종 소량 생산체제를 만드는 것이며 미국은 IoT의 연장선상에서 데이터와 네트워크를 활용해 신사업 모델을 창출하고 새로운 수익원천을 확보하려는 실리적인 목표이며 일본은 전통적인 생산성 향상 기법이 도달한 한계를 극복하기 위한 보완적인 수단으로 활용하는데 목적이 있음

- 독일, 스마트팩토리 기술과 데이터를 이용해 글로벌스탠다드화를 노림
 - 현재까지 가장 성공적이라는 평가를 받고있는 스마트팩토리는 독일 남부 암베르크에 위치한 전기전자기업 지멘스의 스마트팩토리 ‘EWA (Electronics Works Amberg)’이며 이 공장은 독일 인더스트리 4.0의 표준 모델임
 - EWA에서는 하루 수집되는 5,000만건의 정보를 통해 제조 공정마다 자동으로 실시간 작업 지시를 내리며 이로 인해 작업 및 공정 최적화가 가능
 - * EWA 생산제품 : 파워엔지니어링, 산업용 제어 시스템, 시스템 솔루션 등
 - 이 같은 최적화로 인해 EWA는 전제품을 99.7% 주문 후 24시간 내 출하가 가능하며 급한 설계 변경에도 유연하게 대처할 수 있게 되었고 무엇보다 제품의 불량률이 0.001% 수준으로 급감
 - 공정의 75%가 자동화로 진행되며 이들 기계 설비들이 네트워크로 연결되어 있어 직원들의 근무시간은 평균 주당 35시간이나 생산성은 최고 수준이고 에너지 소비 역시 기존 공장 대비 30% 정도 낮아 전체 수익에 기여
- 독일 기업의 스마트팩토리 구축 사례 ① : 오토 보게(Otto Boge)
 - 산업용 압축기와 진공압축시스템을 생산하는 700명 규모의 기업으로 2011년 일자리 창출과 관련된 정책과 연계하여 동독지역에 핵심부품 및 제품을 제조·생산하기 위해 자동화가 갖춰진 스마트팩토리를 건립
 - 자동화를 통해 주문된 상품별로 개별적인 생산시스템이 운영되는 등 전 공정을 통제할 수 있는 시스템을 구축했으며 현재는 스마트팩토리 요소를 가미한 자동화를 갖추고 있지만 향후에는 다음단계로 네트워크화를 진행 중
 - 경영진은 스마트팩토리에 대한 합리적 계획을 수립하고 시스템 공급업체와 협의 후 최종적인 스마트팩토리의 핵심적 요소들을 결정하는 전략적인 의사결정이 이루어졌으며 가장 중요한 자금은 동독지역에 대한 정책자금과 은행 대출로 조달함

- 자동화 도입 후 프로세스 효율성과 반복정확성·높은 품질이 보장되는 등 생산성이 향상되었고 기본 자격을 갖춘 인재를 채용하였기에 인력감축은 없었으며 직원들의 직업교육 수요가 커짐에 따라 직업교육과 직업재교육이 증가하는 등 선순환 구조가 정착됨



오토 보게의 사례 : 자동화시스템 구축, 직원간의 소통과 믿음, 적극적인 설비투자

○ 독일 기업의 스마트팩토리 구축 사례 ② : 하팅(Harting)

- 산업용 커넥터를 생산하는 4,500여명 수준의 중견규모 기업으로 맞춤형 대량생산 추세가 가속화됨에 따라 모듈화된 생산방식과 이를 통합할 비즈니스 소프트웨어를 갖추고 산·학 컨소시엄을 구성하여 2014년에 스마트팩토리 FlexiMon을 구축
- FlexiMon 구축에 약1,800만 유로가 투자되었는데 이에 그치지않고 2016년에는 더 혁신적인 스마트팩토리 HAI4YOU 팩토리를 독자적으로 구축함
- 내부 커뮤니케이션을 통해 직원에게 많은 정보를 공개하고 변화 프로세스를 공감하게 하여 유대감을 통해 해고하지 않는 기업문화를 정착시킴
- 스마트팩토리 도입 후 생산성이 약 30% 증가했고 맞춤형 제품으로 고객에 대한 서비스는 향상되었으며 약 160여명의 직업 교육생에게 스마트팩토리 관련 교육과 산·학 협력을 통해 직업재교육 기회를 제공하여 기존 직원과 신규직원들이 새로운 과업에 재배치되는 등의 생산적인 구조가 정착됨



팅의 사례 : 맞춤형 제품으로 생산성 향상, 지속적인 교육기회 제공과 투자



○ 독일 기업의 스마트팩토리 구축 사례 ③ : 다임러(Daimler)

- 아마 모든 이가 알고있을거라 생각하는 삼각별의 회사 다임러는 자동차에 대한 글로벌 고객의 요구사항들이 점점 다양화되고 개인화됨에 따라 맞춤형 대량생산이 가능한 스마트팩토리 필요성이 증가함에 따라 스마트팩토리 ‘TecFabrik’을 도입함
- 자동차 산업의 디지털화가 가속화됨에 따라 기업의 미래와 비전을 위해 내려진 경영진의 전략적인 의사결정으로 도입과 직접적으로 관련된 직원들의 우려와 저항이 있었으나 직업재교육과 기계로 대체될 수 없는 경험과 창의성, 유연성을 강조하며 역량강화를 독려함
- 스마트팩토리 내에는 제품과 기계, 전체 업무환경과 관련된 이들이 인터넷으로 네트워크화 되었으며 디지털 세계와 물리적 세계를 통합하고 생산시스템의 시뮬레이션이 가능하도록 구축함
- TecFabrik 도입 이후 유연성·효율성·스피드 증가로 생산성이 향상되고 판매와 서비스에 있어서 가치창출사슬이 디지털화됨에 따라 노동환경도 변화되어 사람과 기계간 상호작용에 있어서 자율성과 통제를 중요한 과제로 인식함



다임러의 사례 : TecFabrik 구축과 직원재교육, 사람기계 상호작용 중시

○ 독일 기업의 스마트팩토리 구축 사례 ④ : 아디다스(Adidas)

- 스마트팩토리를 통해 해외에서 전량 아웃소싱하던 운동화 제품을 2016년부터 독일에서 생산하고 있으며 해당 공장에서 생산되는 운동화 1켤레의 생산시간을 기존 몇 주에서 5시간으로 축소함
- 위와 같은 이유로 아디다스는 해당공장 이름을 스피드팩토리로 명명하였고 생산성 혁신을 통한 신발공장의 독일 유턴은 굴뚝산업으로 치부되던 신발제조업이 독일에서 부활하고 있다는 상징적인 의미를 내포함



- 이에 그치지 않고 아디다스는 미국 조지아주 애틀랜타에 최첨단 설비를 갖춘 아디다스 스마트팩토리를 건설했는데 애틀랜타점으로 불리는 7만 4천 평방미터에 달하는 부지를 확보하고 가동을 시작했으며 5만켤레의 운동화 생산을 목표로 함
- 아디다스 스피드팩토리의 독일과 미국 생산은 글로벌 최대마켓인 미국과 유럽에서의 원활한 물량공급을 위한 것으로 판단되며 향후 3~5년간 타국가에서도 스피드팩토리가 건설될 예정으로 생산이 적용되는 모델은 더욱 증가할 전망이다



아디다스의 사례 : 생산시간 축소, 비용절약, 모델 다양화

- 미국, ICT 기술력을 기반으로 빅데이터를 분석해 생산성을 개선한 모델을 창출
 - 세계 제일의 역량을 가지고 있는 제조업의 기반을 바탕으로 미국 기업들은 기존 사물인터넷의 연장선 상에서 스마트팩토리를 실리적으로 추진 중
 - 미국 스마트팩토리 공급 기업들의 전략적 방향은 비교적 현실적이고 단기적인데 기존 기계와 공장에 사물인터넷을 접목하고 빅데이터를 분석해 즉각적인 생산성 개선을 이루어내고 이를 기반으로 새로운 사업모델과 수익 원천을 창출해 나가고 있음
- 미국 기업의 스마트팩토리 구축사례 ① : GE(General Electric Company)
 - GE는 스마트팩토리를 이용해 항공기 엔진 사업을 단순 판매에서 고객사의 성과창출을 지원하는 서비스 형태로 바꾸어가고 있음. 즉 항공기 엔진에 센서를 달고 데이터를 수집해 정비, 보수의 최적 시기를 예측해 알려주거나 연료비를 절감할 수 있는 최적의 방법을 제시하여 추가 수익을 창출하는 등의 형태로 발전시키는 중임
 - 또한 GE는 스마트팩토리를 지원하기 위해 클라우드 기반의 데이터 분석 서비스 프레딕스(Predix)를 출시하여 데이터 분석 플랫폼을 제공하고 다양한

산업 소프트웨어 업체들과 협력해 프레딕스 기반 앱 들을 확보함.(현재 30 여개 이상의 관련 앱이 탑재됨)



○ 미국 기업의 스마트팩토리 구축사례 ② : 보잉(Boeing)

- 항공기 제작 기업으로 유명한 미국의 보잉은 티타늄, 알루미늄 등 금속 소재와 PC 고분자 소재 개발에 집중하고 있으며 이러한 소재와 관련된 특허도 출원하고 있음
- 보잉은 현재 3D 프린팅 기술을 활용해 항공기에 사용하는 2만 2천개의 부품을 제작하고 있으며 기존보다 경량화된 소재를 사용하여 연료비를 절감하고 부품을 견고화하여 항공기와 위성의 성능 향상을 이루고 유지 보수 비용을 감소시켰음
- 실제로 보잉의 B787기종은 기체에 탄소섬유를 사용한 고강도 복합소재인 카본 라미네이트를 사용했는데 이 소재는 철보다 10배 강하지만 무게는 4분의 1수분임. 아울러 알루미늄 합금과 티타늄 합금 등 다양한 신소재를 적용해 기존 제작 항공기보다 연료효율이 20% 개선되었음
- 앞으로도 보잉은 위성제작에도 3D프린터를 사용할 것이라 밝히고 우주 환경에 적합한 신소재도 연구·개발이 진행중이며 경쟁사인 에어버스와 롤스로이스 등 항공기 제조 관련 기업도 3D 프린팅과 연관된 소재의 첨단화가 가속화되고 있음



보잉의 사례 : 부품모듈에 대한 3D 프린팅 활용, 신소재 개발 및 제품 도입 등

○ 미국 기업의 스마트팩토리 구축사례 ③ : 스탠리 블랙 앤 데커(Stanley)

- 전세계 최대공구기업 스탠리 블랙 앤 데커는 공장의 생산일정·결과·품질 관리 및 근무 교대 등에 대한 일정관리를 포함해 모든 생산관리를 수동으로 하는 번거로움을 없애기 위해 일부 생산라인에 커넥티드 팩토리를 구축함
- 그 결과 라우터 생산라인의 생산 공정 가동효과는 24% 증가했으며 정확한 생산 관리 데이터를 바탕으로 필요한 자재 또는 부품 재고도 최소한으로 유지함으로써 이를 관리하고 보관하는데 사용했던 비용을 10%가량 절감함
- 또한 라인별로 필요한 근로자 등 직원들의 시간관리에 대한 정확한 정보는 공장의 가장 중요한 자산인 직원들을 효율적으로 배치하도록 유도해 생산성이 약 10% 증가했고 제품품질도 결함수가 16% 감소했으며 생산공정에 대한 가시성을 확보함으로써 의사결정을 빠르게 할 수 있는 기반을 마련함
- 생산라인 요소별 설치된 AP를 통해 공장 관리자들은 태블릿이나 스마트폰으로 생산과정에 대한 정보를 실시간으로 받아볼 수 있으며 시각적인 대시보드를 통해 가장 최근의 니즈에 따라 생산라인을 가동하고 정해진 시간 내 제품을 납품하는 것이 가능해졌음
- 정확한 생산관리 데이터를 바탕으로 필요한 자재 또는 부품 재고도 최소한으로 유지함으로써 이를 관리하고 보관하는데 사용한 비용도 10%이상 절감하고 직원들에 대한 활용효율도 10%정도 증가함



○ 미국 기업의 스마트팩토리 구축사례 ④ : 스틸케이스(Steelcase)

- 미국계 사무용 가구 제조기업 스틸케이스는 머신러닝 기술과 사이버 보안을 접목한 다크트레이스의 솔루션을 도입함. 다크트레이스는 인공지능, 머신러닝 기반의 보안솔루션을 제공하는 기업으로 2015년 세계경제포럼으로부터 ‘테크놀러지 파이오니어’상을 수상



- 다크트레이스에서 개발한 사이버 보안 솔루션은 다양한 소스로부터 네트워크 데이터를 수집한 후 일정기간 동안 정상적인 트래픽 상태와 기업에서 통용되는 네트워크 패턴을 감지해 낼 수 있도록 학습하며 머신러닝 기법과 고도화된 수학적 모델링을 통해 분석한 패턴을 벗어날 경우 스스로 비정상적인 행위를 감지해 신속하게 대응할 수 있음
- 다크트레이스의 사이버 보안 시스템 도입으로 사이버 공격의 유형과 유발 환경 등을 확인하고 자가학습을 통해 모델이 더욱 고도화되면서 보다 정확하고 효과적인 사이버 범죄 예방이 가능해졌음
- 3D기반 네트워크 보안 관제 시스템을 통해 네트워크상의 데이터 트래픽 흐름에 대해 완벽에 가까운 가시성을 확보할 수 있어 위협을 시각화 하여 설비와 제품에서 무수히 많은 데이터에 대한 기밀유출 차단에 효과를 보임

The image is a composite of three parts. On the left is a circular diagram titled 'Machine Learning' with four main branches: 'Unsupervised Learning' (Clustering, Anomaly Detection, Association, Recommendation), 'Supervised Learning' (Classification, Regression, Prediction, Detection), 'Reinforcement Learning' (Game AI, Robotics, Recommendation), and 'Deep Learning' (Image Recognition, Natural Language Processing, Speech Recognition). In the center is a network diagram showing a hierarchy from Internet to Firewall, IPS, Core Switch, Spine, and Leaf, with 'DARKTRACE' and 'Probe' components integrated. On the right is the 'DARKTRACE World-Leading AI for Cyber Defense' logo over a DNA helix background.

스틸케이스의 사례 : 머신러닝 기술도입, 사이버 보안 시스템 도입 등

○ 일본, 독일·미국과 차별화(노하우, 비밀주의 등) 된 제3의 길 모색

- 일본 ICT 산업은 세트 부문의 경쟁력이 과거보다 저하되었지만 전자소재와 부품, 장비 및 이와 관련된 계측, 센서 분야의 경쟁력은 세계 최고 수준임. 일본의 주력 제조업은 자동차(16.1%), ICT(15.7%), 기계(10.4%)
- 국가 차원에서 일본의 스마트팩토리는 주요 산업의 기술을 보다 육성하는데 집중되고 있으며 독일·미국과의 주도권 다툼에서 뒤처지지 않으려 노력 중이고 독자 공정 노하우에 대한 비밀주의, 저성장 시대의 장비 투가 부담으로 개방과 비밀, 효익과 비용을 동시에 고려하는 차별화된 노선을 탐색 중임
- 일본 스마트팩토리 공급업체들은 단품차원의 생산성 향상 등에 관심을 가지는 경우가 다수였으나 최근 들어 솔루션 단위로 사업을 확대하였고 이로 인해 기존 제품에 디지털, 네트워크화, 자율화 기능을 접목하여 스마트 장비로 업그레이드 하여 부가가치를 높이려는 시도를 지속 중임

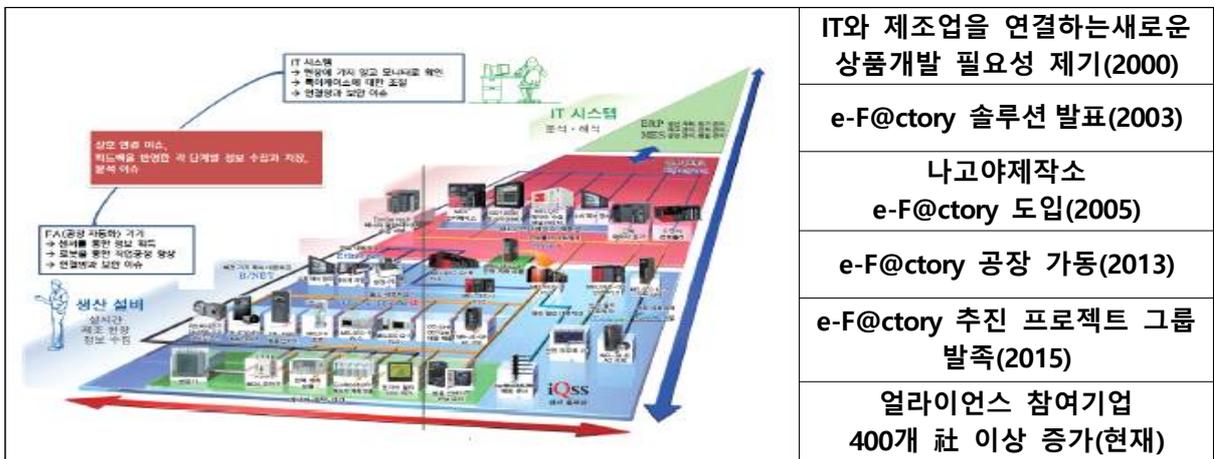


○ 일본 기업의 스마트팩토리 구축사례 ① : 미쓰비시 전기(Mitsubishi)

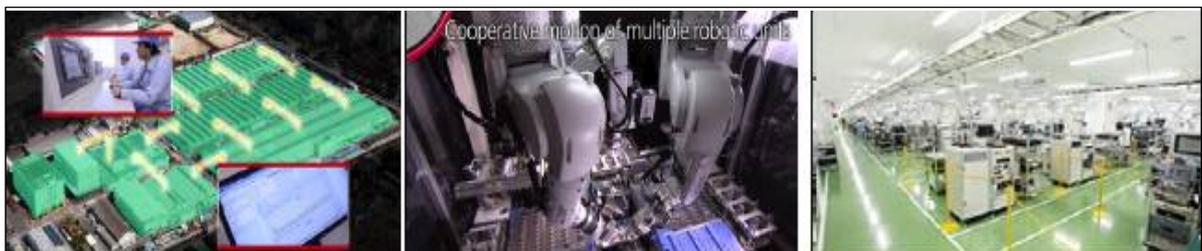
- 미쓰비시 전기는 1921년에 설립되어 에너지 전기 시스템, 산업자동화 시스템, 전기기기 및 전자장비를 제조하는 글로벌 기업으로 1970년대부터 공장자동화 시스템을 개발하였고 산업분야의 시스템 최적화와 비용감소 등의 요구에 부응하여 제조공정을 지속적으로 개선 중임
- 미쓰비시 전기는 기업환경 변화에 대비할 필요성이 높아짐에 따라 생산관리 전반에 걸친 비용실현을 기조로 스마트공장 통합 솔루션인 ‘e-F@ctory’를 개발함

[그림 IV-1] e-F@ctory 솔루션

출처 : 미쓰비시 전기, 산은 조사월보



- ‘e-F@ctory’ 개발 시 약점인 IT분야를 보완하기 위해 인텔과 마이크로소프트 등과 기술제휴를 통해 현장의 데이터를 수집하고 데이터베이스화를 통한 이력관리 및 시각화와 로봇을 활용하여 자동화 기능을 향상시켰고 다품종 소량생산에 적합한 셀 생산방식을 도입하여 적용함
- 스마트팩토리 구축으로 습득된 기술 및 제품판매로 사업을 다각화 하고 관련 기술공급 사업과 제품판매 및 서비스 사업영역을 확장하는 등 사업을 다변화함



미쓰비시 전기의 사례 : 관리시스템 구축, 지능형 로봇 활용, 셀 생산방식

○ 일본 기업의 스마트팩토리 구축사례 ② : 화낙(Fanuc)

- 화낙은 일본의 대표 산업용 로봇업체임. 일반인에게 잘 알려져 있지는 않지만 화낙의 산업용 로봇은 수많은 제조업 분야에서 사용되고 있음. 아이폰이나 갤럭시의 알루미늄 재질 케이스를 깎는 정밀 작업을 할 수 있는 로봇은 화낙이 제조한 로봇뿐이며 테슬라도 화낙의 로봇을 이용하여 자동차를 제조함
- 이런 높은 기술력을 바탕으로 화낙은 스마트팩토리를 적용해나가는 중임. 자사 공장에 스마트팩토리를 구현하는 경우도 있지만 자신들이 만드는 로봇이 스마트팩토리에 적합할 수 있도록 만드는 것이 화낙의 주요한 방향임
- 기존에는 존재하지 않았거나, 운영과정에서 제대로 활용되지 못했던 데이터에 고객이 액세스할 수 있으며 이러한 산업용 IoT 기술은 다운 타임 방지에 필요한 적시적·논리적으로 상황화된 정보에 운영자가 액세스함
- 대표적으로 화낙이 보여주는 스마트팩토리 기술은 심화강화학습이라는 기술임. 바로 로봇이 딥러닝을 할 수 있도록 만드는 것인데 공장에 설치된 수많은 산업용 로봇들이 정보를 공유하는 것이며 딥러닝 기술을 활용하여 훈련한 결과 8시간 정도 훈련시키면 90%이상의 정확도가 가능함
- 이러한 기술을 바탕으로 무인기계가공시스템을 구축하고 있는데 공작기계 6대와 부품창고 및 라인을 이동하는 지능로봇 1대 그리고 작업자 1명만으로 720시간 연속 가동이 가능한 시스템임



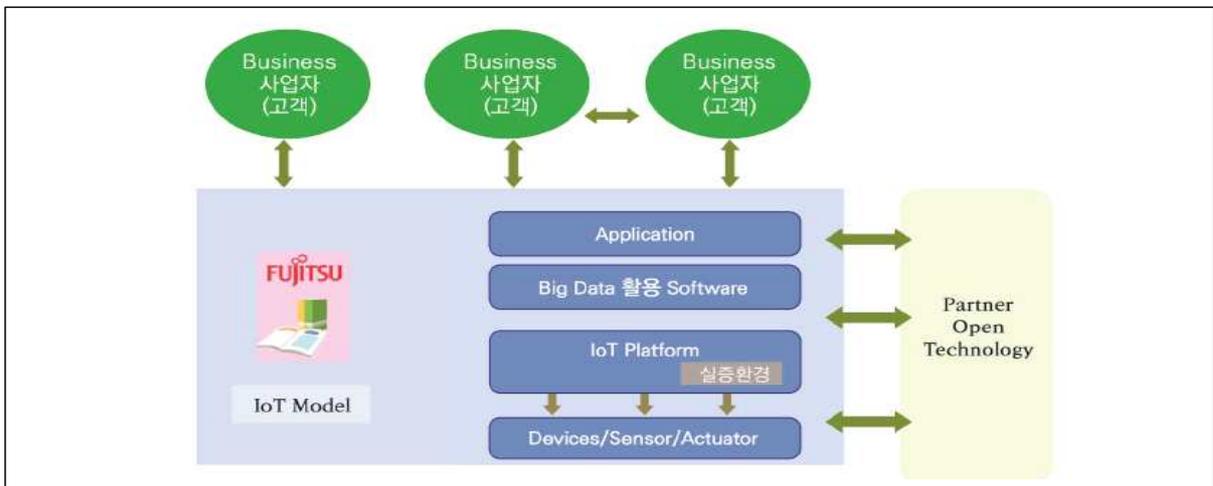
○ 일본 기업의 스마트팩토리 구축사례 ③ : 후지쓰(Fujitsu)

- 후지쓰는 슈퍼컴퓨터, 서버, 네트워크 장치, PC, 스마트폰, 전자부품 등을 일본에서 개발·생산하고 있는 기업으로 2003년부터는 이른바 도요타 생산 방식을 도입하여 제조업 환경에서 생산혁신활동을 본격화했음

- 2010년부터는 제품 개발·생산 공정에 ICT를 적극 도입했고 2014년에는 일본에서 유일하게 미국IIC(Industrial Internet Consortium)의 운영위원회 멤버로 참여했고 2014년 11월에는 클라우드 기반 IoT 플랫폼을 공개함
- IoT 플랫폼은 애플리케이션 개발 환경을 클라우드 상에서 쉽게 이용할 수 있고 현실성을 검증한 IoT모델과 함께 후지쓰의 센서 디바이스, 네트워크 등의 조합이 가능한 토털 시스템 환경임

[그림 IV-2] 후지쓰의 IoT 플랫폼

출처 : 대외경제정책연구원

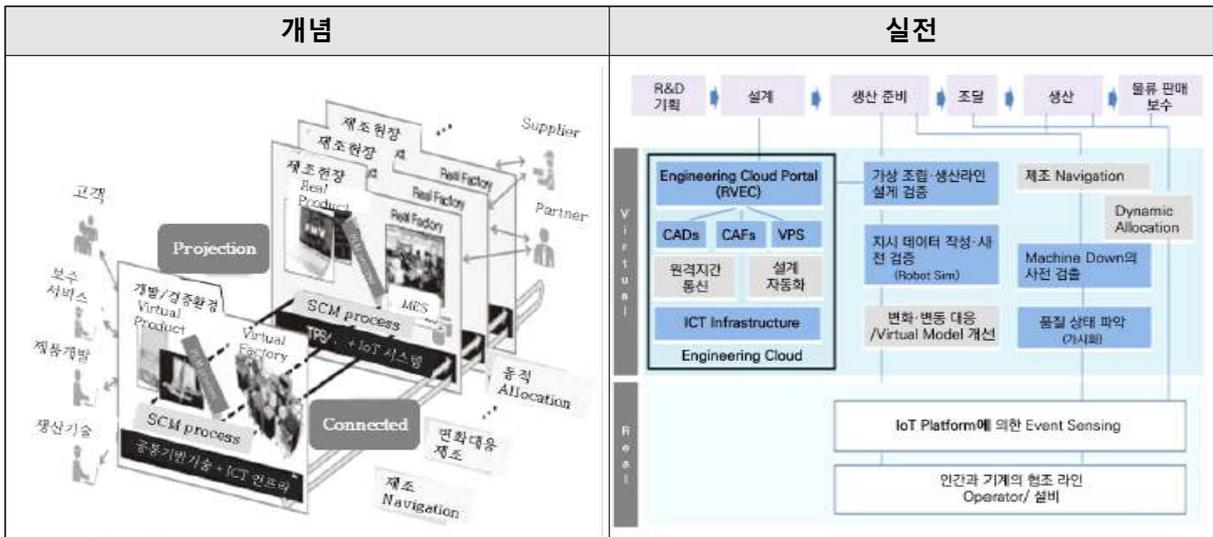


- 2017년 후지쓰의 IoT플랫폼은 제조업, 보수·보전, 모빌리티, 디지털마케팅, 식품·농업, 도시 인프라 등 사회 전분야에 활용되고 있는데 특히 제조업의 경우 인텔의 공장과 중국의 스마트제조 프로젝트 참여 등 해외진출에 적극적이고 미국과 독일의 사업에도 참여하고 있음
- 2015년에는 ‘Smart Manufacturing’ 구상을 발표했는데 핵심 아이디어는 가상공간과 물리적 공간을 서로 연결하고 투영하는 것이며 가상공간의 제품 개발과 검증 환경에서는 생산·제조기술을 포함한 공통기반 기술을, 제품 속성에 맞춘 실시간의 디지털 데이터 형식으로 연결하여 다양한 가설들을 실시간 시뮬레이션을 통해 검증 가능하게 만들
- 아래 그림 IV-3은 Smart Manufacturing 구사의 실전예를 나타낸 것으로 지금까지 자사 내에서 빅데이터 활용과 IoT플랫폼 등 다양한 실전 예를 생산하고 있지만 공장 전체, 나아가 공장과 공장을 연결하는 단계 및 생산·물류·판매 분야로 확대하겠다는 구상임

- 다소 추상적이지만 과거의 설계사례를 지식화하여 학습하는 기계학습을 클라우드 기반의 플랫폼에 적용하고 IoT 플랫폼을 사용하여 숙련 기술공의 동선, 설비동작, 작업 타이밍 등의 정보를 가상적 공장에 자동반영하는 것임

[그림 IV-3] 후지쓰의 Smart Manufacturing 구상

출처 : 대외경제정책연구원



○ 일본 기업의 스마트팩토리 구축사례 ④ : FA Products

- 각종 IoT 시스템 도입 지원 및 제어장비를 취급하는 기업으로 예지보전 시스템을 개발하여 운영 중임. 해당 시스템은 AI 학습기능 및 통계학적 방법에 의한 5종류의 지표로 앞으로 일어날 수 있는 고장을 예전하는 것임
- 기계나 모터 등의 이상에 의한 라인 정지를 방지하고 진동센서는 일반적으로 1축이 일반적이지만 6축 진동센서는 보다 상세한 데이터를 측정하고 수집하고 분석하는 것이 가능하며 주파수 분석에 의해 진동의 특징을 판단하고 진동의 특징 부분을 기계 학습시켜 정상패턴을 기억함



- 선진국은 모두 제조업의 경쟁력 강화, 생산성 고도화를 위한 대안으로 스마트팩토리를 추구하고 있음. 그러나 주력 제조업, 기술 및 사업상 강점, 기업간 관계 등 제조업 특성이 각기 다르기 때문에 상황에 맞는 스마트팩토리 전략을 구상해 추진하고 있음. 특히 추진주체, 표준화 전략, 전략방향 등 선진국의 스마트팩토리 전략은 미묘하게 차이가 있음.
- 독일, 미국, 일본의 제조업의 상황은 각기 다름. 먼저 세나라는 제조업의 비중이 다르며 독일이 스마트팩토리에 대해 먼저 고민한 이유 중 하나도 높은 제조업 비중에서 찾을 수 있음(독일, 23%, 미국 12%, 일본 19%). 한편 미국의 제조업 비중은 서비스업의 발전과 제조업의 해외공장 이전, 아웃소싱 확대로 세계평균(15%)보다 낮게 나타나고 있으나 트럼프 행정부 등장 이후 점점 높아지고 있는 추세임
- 세나라의 주력 제조업, 강점기술이 다른 것도 스마트팩토리 전략의 방향이 달라지는 원인이 되고 있음. 독일의 주력 제조업은 자동차(18.5%), 기계장비 및 부품(15.2%), 화학(9.8%)임. 특히 독일은 기계설계/제조 기술이 강하고 기계 운용과 관련된 산업 소프트웨어, 엔지니어링 기술이 뛰어나지만 일반적인 ICT 기술력은 다소 취약한 편임
- 미국은 엑손모빌과 쉘브론 등 거대정유사의 존재로 화학(12.3%), 석유정제(10.9%), ICT(9.5%)의 제조업 비중이 높음. 제조역량은 미국 경쟁력 위원회(2015)의 평가처럼 항공우주, 차량, 제약 등이 가장 뛰어난 경쟁력을 가진 것으로 평가됨. 또한 ICT 전반의 기술력과 혁신력이 뛰어나 전세계 패러다임을 선도하고 있음
- 일본의 주력 제조업은 자동차(16.1%), ICT(15.7%), 기계(10.4%)이며 ICT 산업의 경우 세트부문의 경쟁력은 과거보다 저하되었지만 전자소재 및 부품, 장비 등의 계측과 센서 분야의 경쟁력은 여전히 세계 최고 수준임
- 독일 기업들은 새로운 하드웨어 개념을 제시하고 이를 양산까지 연결시키는 개념설계 역량이 강한편이고 미국 기업들은 새로운 사업모델의 기획력과 전세계 부품, 제조 기업들을 연결해 제품을 생산하는 SCM 운영역량이 탁월함. 나이키와 델, 애플 등 미국 제조기업들은 모두 아웃소싱에 입각해 사업을 빠르게 키워낸 경험이 있음. 한편 일본기업들은 현장 개선력에 입

[]

각한 공정 기술이 뛰어나고 한가지 원천기술을 다양한 용도로 발전시키는
상품화 역량이 강함

- 이러한 사업역량의 차이는 스마트팩토리 전개방식의 차이로 이어지며 독일이 장기 로드맵 하에서 차세대 생산체제의 개념을 확립하는데 골몰한다면 미국은 스마트팩토리를 활용한 새로운 사업모델 창출에 주안점을 두고 있음
- 한편 제조업 내 기업 구성이나 기업 간 관계의 차이는 스마트팩토리 추진 주체들이 국가별로 다른 원인으로 작용함. 독일과 일본에서는 중소·중견기업들의 산업 내 존재감과 역할이 상당함
- 독일 제조업의 경쟁력은 히든챔피언이라고 부르는 강소기업들에서 나오며 일본도 한 분야에서 독보적인 기술 역량을 축적한 온리원(only-one) 중소기업이 많음. 차이가 있다면 독일의 경우 대기업과 중소기업이 대등한 거래지위를 갖는 반면 일본에는 우리와 같이 중소기업들이 다소 종속적 지위에 있음. 미국 제조업은 지속적인 구조조정의 결과 글로벌대기업 위주로 집중화 되어있으며 전통 제조업보다 ICT 분야에서 활발한 편임
- 독일의 스마트팩토리 전략 추진의 목표와 실행 방향
 - 공장 단위의 현대화를 넘어 국토 전역의 차세대 생산체제의 확립이 목표
 - 컨베이어 벨트 방식의 20세기형 소품종 대량 생산 체제에서 벗어나 셀/모듈화 생산방식, CPS(가상-물리시스템) 등을 활용해 21세기형 다품종 소량 생산체제를 창출하는 것임
 - 이를 통해 일차적으로 산업 생태계 전반의 생산성을 제고하고 자국의 산업 입지 경쟁력을 극대화하며 나아가 모든 공장들을 연결해 독일 전체를 거대한 네트워크형 스마트팩토리 산업단지로 전환하고 독일의 스마트팩토리 기술들을 글로벌스탠다드로 확립하며 산업전반의 업그레이드를 통해 궁극적으로 세계의 공장을 만드는 공장의 위상을 차지하는 것이 장기적 전략임
- 미국의 스마트팩토리 전략 추진의 목표와 실행 방향
 - 비교적 현실적이고 단기적. 스마트팩토리를 기계나 공장수준에서 접근
 - 기존 기계나 공장에 사물인터넷을 접목하고 빅데이터를 분석해 즉각적인 생산성 개선을 이루어내고 이를 기반으로 새로운 사업모델과 수익원천을 창출하는 것



- 예를 들어 앞서 언급한 GE의 사례처럼 항공기 엔진에 센서를 달고 데이터를 수집해 정비보수의 최적의 시기를 예측해 알려주거나 연료비를 절감할 수 있는 최적의 방법을 컨설팅하여 추가 서비스를 창출하는 방법이 주요 방향

○ 일본의 스마트팩토리 전략 추진의 목표와 실행 방향

- 독일과 미국의 주도권 다툼에 뒤처지지 않으려는 방어적 성격
- 현장인력 위주 생산성 개선 방식에 대한 신념, 독자 공정 노하우에 대한 비밀주의, 저성장 시대의 장비투자 부담대문에 일본기업들은 개방과 비밀, 효익과 비용을 동시에 고려하는 제3의 현실적 노선을 탐색 중
- 일본 스마트팩토리 공급업체들은 최근 솔루션 단위로 사업을 확대하여 하나 아직까지 단품차원에서 접근하는 경우가 많으며 기존 제품에 디지털, 네트워크화, 자율화 기능을 접목하여 스마트 장비로 업그레이드하여 부가가치를 높이는 방법으로 진행 중임
- 현장인력과 오랜경험과 바탕을 통해 제조 생산성은 충분한 수준인 만큼 최고수준의 기량을 가진 인력들의 은퇴시기와 맞물려 자동화 장비나 로봇을 현장의 젊은 인력들과 결합하고 센서와 시각화 도구를 활용하여 과거 식별하기 어려웠던 미세한 문제까지 찾아내는 등의 생산 고도화를 끌어내는 것이 실행방향임

[표 V-1] 선진국의 스마트팩토리 주체, 주요시각, 전략방향

	독일 	미국 	일본 
주체	- 정부 및 협회 주도 - 산학연 연계 활발 - 중소, 중견기업 참여	- 대기업 주도 - 산학연 연계 미비 - ICT 대기업들이 관심	- 관련 대기업 사업화 - 일반 기업 자체 추진
주요시각	- 장기관점, 국토 전역	- 단기관점, 기계/공장	- 단기·중기관점, 기계/공장
전략방향	- 차세대 생산체제 구축 - 산업생태계 생산성 - 공장을 만드는 공장	- IoT 연장선상의 사업 - 수익흐름 창출	- 제3의 현실적 노선 - 기존 생산성 한계 돌파 - 보조수단으로 활용
국가정책	- Industrie 4.0	- A Strategy for American Innovation	- 산업재흥플랜
경쟁분야	- 기계산업, 공정관리 소프트웨어	- IT, 소프트웨어, 데이터 분석	- 부품, 소형화, 로봇
2016/2020 경쟁력 순위	3위/3위	2위/1위	4위/4위

- 지금까지 살펴본 것처럼 독일·미국·일본은 국가별로 제조업 특성, 기술/사업 강점 역량, 기업 간 구조에 따라 각기 다른 형태로 스마트팩토리 전략을 추진하고 있음. 독일은 정부 주도하에 산·학·연 연계를 통해 공적 표준화 전략을 추진하며 21세기형 차세대 생산체제를 구축해 독일 전역의 산업계를 ‘공장을 만드는 공장’으로 전환하려 하고 있음
- 반면 미국은 대기업 주도 하에 개방적 구조로 시장 표준화 전략을 추진하며 사물인터넷의 연장선상에서 새로운 사업 모델과 수익흐름의 창출이라는 실리를 추구함. 한편 일본은 기업들이 각개 약진하면서 느슨한 표준 전략을 추구하며 기존 생산성 제고 방식의 연장선상에서 독일·미국과 다른 제3의 현실적 노선을 탐색하고 있음
- 스마트팩토리 전략 및 추진동향에 있어 이같은 국가적 차이의 배경은 근본적으로 주력 제조업, 기술/사업역량, 기업 간 구조의 차이에서 찾을 수 있음. 독일이 스마트팩토리를 통해 새로운 다품종 소량 생산 체제를 구축하려 하는 것은, 주력 업종이 자동차와 기계 및 관련부품 등 고정밀·고중량 제품인데다가 고객 기반이 다양해 맞춤화 생산의 압력에 크게 노출되어 있기 때문임
- 이에 반해 미국 기업들이 스마트팩토리를 통해 사물인터넷의 연장선상에서 새로운 사업모델을 창출하려 하는 것은 그들의 핵심역량이 ICT기술과 사업 모델 기획력, SCM 운영능력에 있기 때문임. 이러한 점을 고려한다면 향후 우리 실정에 맞는 스마트팩토리 추진 전략을 모색, 구현하는 것이 우리나라 및 기업들에게 특히 중요한 과제가 될 것임
- 다른 국가와 기업들의 전략동향을 주시하되 우리의 주력 제조업, 기술/사업 역량, 기업 간 구조의 특성을 감안해 우리 체질에 맞는 스마트팩토리를 만들어 갈 필요가 있음. 무엇보다 우리는 전자·자동차·조선·화학·철강 등의 제조업 기반이 강하며 소품종 대량 생산에서 우수한 공정 관리 능력과 압도적인 양산 능력을 갖추고 있으며 대기업과 중견, 중소기업 간 생산성 격차도 큰 편임
- 다만 스마트팩토리 기술 발전에 따른 와해적 생산 방식의 출현 가능성에 주의할 필요가 있음. 즉 향후 3~5년간은 스마트팩토리과 관련해 전 세계적으로 다양한 실험이 벌어지면서 기존 통념을 깨는 새로운 생산방식들이 다양하게



나타날 가능성이 높음. 이미 변화는 시작되었으며 다양한 시도들 중 장기적으로 성공하는 경우는 소수이겠지만 이러한 생산방식은 기존의 산업구조를 어떤 형태로든 변화시킬 것임

- 중국이 다양한 생산방식을 받아들여 자신들의 약점인 품질과 불량문제를 극복할 가능성도 예의주시해야 함. 중국 정부도 ‘중국 제조 2025’ ‘인터넷 플러스’ 전략 등 다양한 정책을 내세우며 ICT 결합을 통한 제조업 업그레이드에 본격적으로 뛰어 들고 있으며 세계적인 기업에 대한 인수합병으로 빠르게 스마트팩토리 기술을 받아들이고 있는 상황임
- 한편 스마트팩토리 도입을 추진하는 우리 기업들의 경우 자신들의 시장과 제품, 공정특성에 맞는 도입 전략을 사려 깊게 준비해야 함. 무엇보다 스마트팩토리 기술은 JIT기반 혼류생산, 인간 중심 셀 생산방식, 나아가 제조 아웃소싱 등 다양한 제조 대안 중 하나이며 유행에 휩쓸리지 말고 다양한 대안들을 고민해야 함
- 스마트팩토리 기술은 일반 IT기술과는 분명히 다름. 표준화된 IT기술은 범용성을 가지나 스마트팩토리 기술은 업종과 기업 및 추진목표에 따라 각각의 요구사항이 달라짐. 특히 시장과 제품 및 공정특성을 속속들이 이해하고 추진목표를 확실하게 정해야 함
- 현재 상태에서 당장 뿌리산업의 스마트화, 혹은 스마트팩토리로의 전환을 제안하는 것은 무리일 것임. 그러나 제조업 환경이 바뀌면서 뿌리산업도 이에 상응하는 제조현장을 구축하기 위해서는 스마트화는 절실한 것이어서 열악한 뿌리산업 현실을 바로 보고 스마트화 전략을 마련해야 한다고 판단함
- 우리 뿌리산업은 내수침체와 자금난, 수입 저가품 공세로 생존을 위해 해외로 옮기거나 고사를 각오하고 국내에 남아 발버둥을 칠 것인가를 고민하고 있는 상황임. 그러나 해외 이전은 정보력 부족으로 실패하는 사례가 속출하고, 한 번의 실패로 패자를 용납하지 않는 우리네 정서와 사회구조 때문에 재기가 불가능하며 그렇다고 남아서 고사하기를 선택해야 하는 뿌리기업인들은 딜레마에 빠져 투자의욕이 저하되며 목표 의식을 상실하고 있음
- 뿌리산업계에서 요구하는 공통적인 사항은 장비 인프라 활용, 맞춤형 교육 및 중소기업 인력 공급, 수출시장 창출 지원, 아이디어 사업화 기술 제공, 초도제품 출시까지 전주기적 지원인데 이러한 요청들은 공통적으로 요구하는 내용이지만, 이를 지원하는 데는 업종마다 다른 방식으로 접근해야 할 필요가 있음



- 뿌리산업의 스마트팩토리 추진 전략은 기업별 수준, 개별기업의 구체적 제조 라인을 반영한 원천기술을 개발하여 경쟁력을 제고하는 것부터, 나아가 ICT 기술 등과 융·복합하여 기술을 혁신하는 것, 그리고 사회생리학적인 당대의 요구에 상응하는 솔루션으로 무장하는 것 등임
- 또한 기업별 수준, 개별기업의 구체적 제조라인을 반영한 원천기술을 개발하여 경쟁력을 제고하는 것부터, 나아가 ICT 기술 등과 융·복합하여 기술을 혁신하는 것, 그리고 사회생리학적인 당대의 요구에 상응하는 솔루션으로 무장하는 것 등을 들 수 있음
- 한편 제조업 환경의 패러다임의 변화에 따라 스마트팩토리의 주요 화두인 에너지, 환경 등에 대응할 수 있는 솔루션을 갖추는 전략이 필요한데 뿌리 산업 분야는 에너지 효율성이 낮은 에너지 다소비 업종으로 한국의 에너지 가격은 OECD 국가 평균의 2.5배나 싸고, 전통적으로 에너지 믹스 기반을 답습하는 체제임을 고려할 필요가 있음
- 이제는 에너지를 절약하는 차원을 넘어 에너지를 효율화하는데 힘써야 하며 절약의 의지만이 아닌 ‘에너지 사용의 최소화 기술’과 같은 기술적 문제를 고려해야 하고 현재 사용하고 있는 에너지 소스를 다변화할 수 있어야 함. 신재생 에너지를 활용하는 새로운 뿌리 공정 개발이 필요하며 신재생에너지 산업과 뿌리산업은 앞으로 공생할 수 있는 유력한 동반자가 될 것으로 전망됨. 발전적 전망의 예로 신재생 에너지를 이용한 주조공장의 사례가 있음
- 뿌리산업의 애로사항 중 하나가 구인문제임. 현행 인력양성 사업도 지속해야 할 중요사업이지만 양성된 인력이 실제 현장에 공급되었는지 확인하는 것은 더 중요함. ‘현장에 맞는 인력이 없다’라는 판단으로 인력양성사업을 하고 있지만, 이들은 현장에 가 있는가? 반대로 ‘인력에 맞는 현장이 없다’면 뿌리 산업 인력 수급의 균형 맞추기는 앞으로도 풀어야할 숙제일 것임
- 인력양성 뿐만 아니라 반듯한 일자리가 필요하며 뿌리산업에서 인력 수급의 지원은 양성사업과 함께 ‘반듯한 일자리 창출도 지원’해야 한다는 것임. 이는 양성에 따른 공급이 현실화하지 않은 데 대한 대안적 방안이며 많은 일자리를 만드는 것을 포함하여 질 높은 일자리가 되도록 지원하는 것이 중요함
- 이와 연계하여 급여를 많이 올려 줄 수 있는 방법을 강구해야 함. 한국의 대기업 對 중소기업 임금 비는 100 대 63인데 반해 독일의 경우 100대 95로,



대기업과 중소기업 임금 격차가 거의 없는 사정인데 이에 비하면 중소기업이 거의 대부분인 국내 뿌리산업의 임금실태는 심각한 수준임. 대·중소기업의 임금격차가 심각하다는 점을 모두가 공감하고 이 문제를 풀어줘야 하는데 모두의 노력이 필요함

- 반듯한 일자리 창출을 지원하기 위해서는 인력양성만이 아닌 실제 공급이 되도록 하는 지원, 현재 인력의 역량을 강화하는 지원, 인력을 평생 현역화 하는 방안의 모색 등이 있는데 정부지원 사업으로 양성된 인력이 실제 공급 되지 않은 현실은 일자리의 질이 낮아서임
- 실제 공급이 되도록 지원하는 방안으로는 근로환경이 개선되는 인력공급 체계로 바뀌어야 하며 미래 비전을 갖고 뿌리산업 입직자로서 자부심을 갖게 하려면 합당한 임금과 더불어 근로환경이 개선되는 가운데 또 현행 마이스터고의 중소기업 취업을 활성화하는 방안도 필요함
- 현재 인력의 역량을 강화하는 것도 원활한 인력수급의 한 방안인데 스마트 공장을 지향하는 시점에서는 IT융합 및 제조기반 교육을 통한 현직 인력의 역량을 강화할 필요가 있음. 수요기반 최적의 교육 시스템을 도입하고, 연구소나 대학과 함께하는 중소기업 문화 육성에도 지원하는 전략이 필요함



참 고 문 헌

- 스마트공장 구축 사례 및 시사점
(2018. 2, 산업분석리서치센터 민성희 선임연구원)

- 독일 스마트공장 현황과 시사점
(2016. 8, IBK 경제연구소)

- 스마트팩토리 기술 및 산업 동향
(2018. 6, ‘주간기술동향’ 정보통신기술진흥센터 조혜지 선임, 김용균 수석)

- 제조업 혁신을 위한 미래 스마트팩토리 추진 방향
(2018. 3, ‘주간기술동향’ 한국스마트제조산업협회 이인재 차장)

- 국내 스마트 제조 정책과 지원 현황 및 개선 방안
(2018. 1, ‘KISTEP ISSUE WEEKLEY’ 한국과학기술기획평가원)

- 국내·외 스마트팩토리 동향
(2017, KB지식비타민 17-37호)

- 미국·독일·일본의 스마트팩토리 전략
(2016. 12, LG경제연구원 나준호·최드림)

- 주요국의 4차 산업혁명과 한국의 성장전략
(2017. 7, 대외경제정책연구원 김규판·이형근·김종혁·권혁주)

- 4차산업혁명 : 스마트팩토리의 시대
(2017. 11, 유진투자증권 박종선·한병화·한상웅)