

2018년 2/4분기

부리산업 인적자원개발위원회(ISC) 이슈리포트 (ISSUE REPORT)

■ 부리산업의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략



부리산업 인적자원개발위원회
(대표기관 : 한국금형공업협동조합)

●●● 목 차 ●●●

■ 부리산업의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략

요 약	2
I. 개 요	4
II. 부리산업의 스마트팩토리 구축 필요성·중요성	5
III. 스마트팩토리 구축 사례 및 성과·한계	9
IV. 문제점 개선 및 향후 전략	17
V. 결 론	22
참 고 문 헌	23

- 본 보고서는 산업별 인적자원개발위원회의(ISC) 고유기능으로 부리산업 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 부리산업의 공식적인 견해와는 차이가 있을 수 있습니다.
- 부리산업 인적자원개발위원회 사무국 : 오성민 선임(070-4269-9388, osm@koreamold.com)

요

약

□ **뿌리산업의 스마트팩토리 구축 동향 및 전략**

▪ **개 요**

- 글로벌화 및 도시화에 따른 인구구조의 변화와 에너지 형태의 전환 등 뿌리산업을 둘러싼 환경이 급변함
- 생산하는 제품 및 업종, 규모 등에 따라 서로 다른 스마트팩토리 도입 전략이 필요하기 때문에 뿌리산업 현장에 대한 실태를 조사하고 요구사항을 분석하고 전략을 수립하는 일련의 과정이 필요함

▪ **뿌리산업의 스마트팩토리 구축 필요성·중요성**

- (스마트팩토리 개념) 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매, 서비스 등 일련의 프로세스를 정보통신기술로 통합하고 최소시간과 비용으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장
- (스마트팩토리 구축 목적) 제조업 위상강화, 고급인재 유치, 양질의 일자리 창출 등을 지향하는 스마트팩토리는 생산공정·조달물류·서비스까지 통합이 목표
- (스마트팩토리 구축 필요성) 국내 기술경쟁력의 패러다임이 시스템산업 중심에서 소재부품산업으로 전환됨에 따라 뿌리산업의 경쟁력 제고 및 자동화·첨단화 관점에서 스마트팩토리 보급과 확산 필요
- (스마트팩토리 구축 중요성) 뿌리산업은 높은 전후방 연쇄효과에도 불구하고 영세한 기업의 비중이 높고, 열악한 인식 등으로 산업의 경쟁력 강화를 위한 변화가 시급하며 다양한 기술군으로 구성되어 있어 업종별·공정별·규모별 차별화된 전략으로 추진되어야 실효성 있는 정책 수행 가능

▪ **스마트팩토리 구축의 성과·한계**

- (스마트팩토리 구축 성과) 생산관리가 가능해지고 제품 품질관리가 되기 시작, 비용 절감 및 매출 증대, 공장의 직접고용을 감소시킬 수 있으나 다른 연관 산업의 간접고용을 크게 증가시키는 형태로 고용창출에 기여
- (스마트팩토리 구축 한계) 대부분의 업종에서 IoT의 활용이 빠른 정보수집, 의사결정 지원, 공장가시성 확대에 집중되어 있고 조달/재고관리 등 전체 공급망 관리, 자사의 경계를 넘어선 전체 가치사슬까지의 활용 확대는 아직 진행 중
- (스마트팩토리 구축 한계) 뿌리산업 맞춤형 스마트팩토리 정책수립에 필요한 기초 정보 및 기준 등이 부재한 상황이며 변화에 대한 조직의 의지나 내부 지원 등 스마트화 역량이 취약하고 공장 내 IT 인프라 구축 등 여건조성이 미흡

■ 문제점 개선 및 향후 전략

- (문제점 개선) 기업의 스마트팩토리 구축과 산업·공정의 스마트화의 차이를 인식하고 산업·공정 스마트화를 위한 전략과 기업의 스마트팩토리 구축 지원 전략을 차별적으로 수립하여 추진
- (문제점 개선) 대기업 주도적 구축 지원의 한계로 대기업의 노하우를 활용하여 중소기업의 생산과정의 혁신을 가져올 수 있으나 독자적인 기술과 시스템 보유는 불가능
- (문제점 개선) 중소 뿌리기업에서 스마트팩토리 구축 시 어려움을 겪는 요소인 연구개발 등 전문인력 및 자금확보에 대한 정부 차원의 직·간접적 지원
- (향후 전략) 융합형 인재 양성을 위한 산·학·연 연계형 스마트제조 특성화 교육기관 지정 및 설립
- (향후 전략) 빅데이터 축적을 위해서는 공정별 데이터 수집을 위한 설비, 네트워크 환경, 데이터 저장 서버 등 인프라 투자 필요
- (향후 전략) 정보보안과 노하우 유출에 대한 철저한 대책 및 보호체계를 마련하고 이를 보급·확산시켜 스마트화를 통해 더욱 안전한 기업환경 조성
- (향후 전략) 스마트팩토리 도입 전부터 도입 후 효과적 활용까지 전주기 컨설팅 제공

■ 결 론

- 우리 제조업의 GDP 비중과 성장기여도는 세계 최고 수준이며 뿌리산업은 미래에도 가장 중요한 경제성장의 원동력으로 제조업의 지속적인 성장에 있어 핵심적인 산업이며 국가 주력산업의 경쟁력 강화 및 신성장산업의 기술경쟁력 선점을 위하여 반드시 필요한 산업임
- 우리나라의 4차 산업혁명 대응 수준으로 미루어볼 때 고도화된 스마트팩토리를 구현하기에는 상당한 시간과 노력이 필요한 상황이고 단기간에 스마트팩토리로 전환을 노리는 것보다는 기존 생산 시스템의 문제제기와 이의 해결을 통한 단계적인 진출이 현 국내 산업단계와 부합
- 스마트팩토리 구축 및 공정 스마트화로 생산성 개선 및 매출 증대 등 기대효과가 크지만 적절한 대응이 이루어지지 못하면 수요 쏠림 현상 등으로 스마트팩토리 구축기업과 미구축기업 간 격차가 커질 우려
- 산업 전반적인 스마트제조 체계와 기반을 마련하는 것부터 개별 뿌리기업의 스마트팩토리 구축·운영, 효과적인 활용·발전까지 전주기적 지원과 추진 필요

I | 개요

- 최근 글로벌화 및 도시화에 따른 인구구조의 변화와 에너지 형태의 전환 등 뿌리산업을 둘러싼 환경이 급변하고 있음
- 독일의 인더스트리 4.0기술을 시작으로 미국과 중국, EU 등 기존 뿌리산업 강국들은 뿌리산업 진흥을 통한 생산효율 증대와 친환경 고객 맞춤형 생산으로 경쟁력을 강화하는 중임
- 미국은 공공기관 주도로 다양한 연구개발 프로그램을 추진 중이고 중국은 향후 30년을 3단계로 구분하여 산업구조를 고도화시키는 중국제조 2025 전략을 추진 중임
- 유럽연합에서는 스마트팩토리에 대한 통합적인 프로그램 및 개발 계획을 마련하고 각국에서 주요 기술개발에 주력 중이며 독일은 인더스트리 4.0이 포함된 미래기술 비전을 수립하고 2.5억 유로 규모의 국가 프로그램을 운영하고 있음
- 이와 같은 추세에 따라, 우리 정부에서도 2020년까지 스마트팩토리 업종별 보급과 확산을 통해 중소 및 중견기업의 공장을 ICT 기반 생산관리 이상 수준으로 스마트화 시키고자 노력하고 있음

[표 1-1] 대기업 연계 협력사 스마트팩토리 구축 지원 계획
(2018 삼성KPMG 경제연구원 '4차산업과 제조혁신')

구 분	2017년	2018 ~ 2020년	2021 ~ 2025년	총 계
보급수	500여개	1,500개	2,500개	4,500개 이상
업종수	3개 (전자·자동차·철강)	8개 (전기·화장품·방산 석유화학·디스플레이)	10개 이상 (기계·에너지·패션 중공업 등 추가)	-

- 이를 통해 공장이 스스로 생산, 공정통계 및 수리, 작업장 안전 기능 등을 관리하고 전체 공정을 최적화 및 효율화하는 스마트팩토리를 구축할 수 있음
- 각 공장들은 생산하는 제품 및 업종, 규모 등에 따라 서로 다른 스마트팩토리 도입 전략이 필요하기 때문에 뿌리산업 현장에 대한 실태를 조사하고 요구 사항을 분석하고 전략을 수립하는 일련의 과정이 필요함

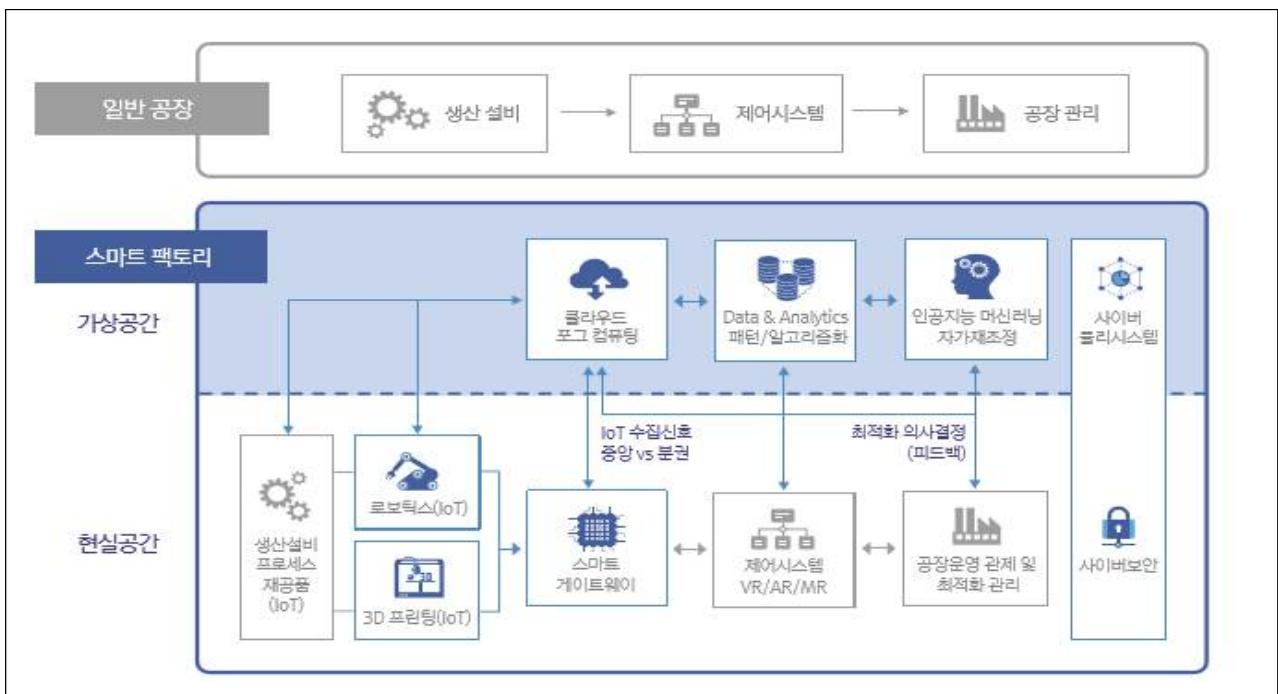
II

부리산업의 스마트팩토리 구축 필요성·중요성

○ 스마트팩토리의 개념과 시장전망

- 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매, 서비스 등 일련의 프로세스를 정보통신 기술로 통합하고 최소시간과 비용으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장
 - (광의) 유연성·상호운용성을 갖춘 지능형 설비와 생산·운영이 통합되어 가치사슬 전반에 최적화가 가능하고 개방을 통해 고객과 소통하는 공장
 - (협의) 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 비즈니스 프로세스의 정보화 및 생산시스템의 자동화를 실현하는 공장

[그림 2-1] 스마트팩토리 개념도(2018 삼성KPMG 경제연구원 '4차산업과 제조혁신')



- 핵심기술인 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템(CPS)을 기반으로 제조의 모든 단계가 자동화·정보화(디지털화)되고, 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동되는 생산체계 지향
- 사물인터넷(IoT)에 의한 소재·제품·기기의 지능화를 통하여 과거의 경직된 중앙집중식 생산 체계(인더스트리 3.0)에서 모듈단위의 유연한 분산·자율 제어 생산 체계(인더스트리 4.0) 구현

* (참고) 공장자동화 : 컴퓨터와 로봇 등의 장비를 이용해 공장 전체의 무인화 및 생산 과정의 자동화를 만드는 시스템

[표 2-1] 자동화 공장과 스마트 공장의 차이(출처 : 이정환 외, 2015)

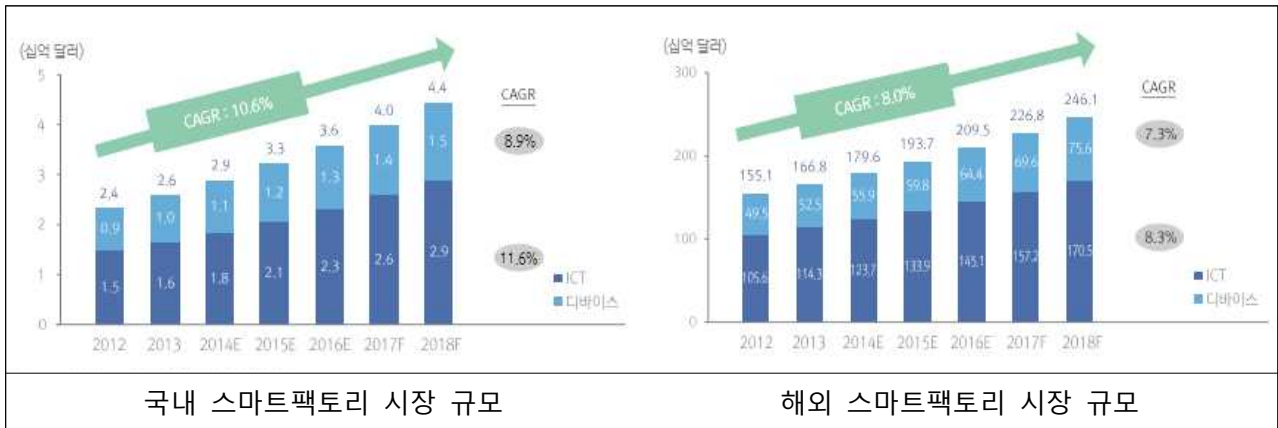
분류	자동화 공장	스마트 공장
H/W	폐쇄형 제어시스템 + 유선망	개방형 제어 시스템 + 무선망
S/W	특수 목적의 고가 전용 S/W	설비 개선 시 범용 S/W 사용
특징	안정적이나 기능 확장이 어려움	기능 확장은 간편하나 보안 취약

[표 2-2] 스마트팩토리 제조단계별 모습(출처 : 한국표준협회, 2015)

기획·설계	가상공간에서 제품성을 제작 전에 시뮬레이션함으로써 제작기간 단축 및 소비자 요구 맞춤형 제품 개발
생산	설비-자재-관리 시스템 간 실시간 정보교환으로 1개 공장에서 다양한 제품생산 및 에너지·설비효율 제고
유통·판매	생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수·발주로 재고비용이 획기적으로 감소하고 품질·물류 등 전 분야에서 협력 가능

- 전세계 스마트팩토리 시장규모는 연평균 8% 성장하여 2018년 2,461억 달러의 경제적 가치를 창출할 전망이다
- 세계 스마트팩토리 시장 성장은 대부분 중국에 기인한 것이며 중국 정부의 스마트팩토리 확대정책으로 2019년에는 미주시장을 추월할 것으로 예상됨
- 유럽 등 선진국들은 저출산고령화 현상에 따른 생산가능인구 감소에 대응하기 위한 방안으로 중국 등 개도국은 인건비 상승에 대한 대응 및 경쟁력 강화 측면에서 스마트팩토리를 경쟁적으로 구축하고 고도화해 나갈 전망이다
- 국내 시장규모는 2012년 24억 달러에서 2018년 44억 달러규모로 가파르게 성장할 것으로 예상됨. 그러나 여전히 독자적인 공장생산 환경에 고착화되어 공장의 물리적인 확장성과 가변성에 한계를 보이고 있음
- 특히 제조분야의 외산 솔루션 도입비율이 90%에 이르는 등 하드웨어 및 소프트웨어를 구성하는 기초부품·컴포넌트 연구나 디지털 신기술인 IT 원천 기술 확보가 취약한 실정임

[그림 2-2] 국내·외 스마트팩토리 시장규모(2018 삼성KPMG 경제연구원 '4차산업과 제조혁신')



○ 스마트팩토리 구축 목적 및 기대효과

- 제조업 위상강화, 고급인재 유치, 양질의 일자리 창출 등을 지향하는 스마트팩토리는 생산공정·조달물류·서비스까지 통합이 목표
 - * 생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경을 구현하고, 개인 맞춤형 제조, 제조·서비스 융합 등 새로운 제조·비즈니스 환경에 능동적 대응
- 생산 실수율 증대, 품질 향상, 설비의 수명 증가 등 생산 혁신을 위해 생산, 품질, 설비상태 등의 데이터를 분석하고 인공지능을 적용
- 기존 생산관리 시스템을 연결하여 생산과 비즈니스 영역의 유기적 연동 실현
- IoT로 실시간 정보공유를 통해 협력사 포함 모든 이해관계자들은 상호 의존 관계, 자재의 흐름, 제조 공정 주기를 명확히 파악 가능하며 실시간으로 이뤄지는 자동 피드백 과정을 구현하여 인력의 개입 필요와 업무 지연을 제거
- 극한의 원가로 고품질의 제품을 안정적으로 공급하는 동시에 숙련노동자의 고령화 및 고임금화에 따라 창의적인 일만 사람이 하고 컴퓨터가 일상업무를 대신하며 숙련노동자의 경험적인 기술은 유지

○ 스마트팩토리 구축 필요성 및 중요성

- (구축 배경) 초연결생산화를 지향하는 4차 산업혁명의 프레임에서 ‘어떻게’ 연결할 것인가, 즉 인프라 측면에서 출발하여 궁극적으로 ‘무엇을’ 연결할 것인가에 대한 해답을 찾게 될 것이며 연결의 종속성으로 인해 통합적 접근이 필수

- (구축 배경) 뿌리산업의 경우 기초 공정이라는 특수성과 생산 현장에 대한 현실적 이해를 기반으로 한 전략적 추진 필요
- (필요성) 국가 주력산업인 자동차·조선·반도체 등의 최종제품에 공정기술로 활용되는 뿌리산업은 최종제품의 품질 및 성능 경쟁력 제고에 핵심적인 역할 담당
- (필요성) 국내 기술경쟁력의 패러다임이 시스템산업 중심에서 소재부품산업으로 전환됨에 따라 뿌리산업의 경쟁력 제고 및 자동화·첨단화 관점에서 스마트팩토리 보급과 확산 필요
- (필요성) 숙련노동자의 고령화 및 인력부족 문제가 심화되고 있으며 동시에 설비 고도화 및 관리항목 증가에 따른 유지보수 비용 증가로 인해 비용을 절감해야 하는 상황에 직면
- (필요성) 제품 실수율 향상, 고품질 생산의 유지, 설비 수명의 연장, 에너지 효율화 등 뿌리기업들의 고민에 대한 대안
- (중요성) 뿌리산업은 높은 전후방 연쇄효과에도 불구하고 영세한 기업의 비중이 높고, 열악한 인식 등으로 산업의 경쟁력 강화를 위한 변화가 시급
- (중요성) 또한 전 제조업에 관련성이 높고 다양한 기술군으로 구성되어 있어 업종별·공정별·규모별 차별화된 전략으로 추진되어야 실효성 있는 정책 수행 가능

III

스마트팩토리 구축 사례 및 성과·한계

○ 스마트팩토리 구축사례(주조분야, 동양피스톤)

[표 3-1] 스마트팩토리 추진전략(출처 : 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구, 2017)

	과거	현재
수준	중간2	고도화
자동화	특정제품 생산에 최적화된 제한적 자동화(자동화율 80%)	다품종 유연생산 가능한 자동화라인 구축(자동화율 95%)
디지털화	설계 디지털화 및 실시간 공정 모니터링 별도 운영 일부 공정제어 자동화(주조, 가공)	IoT·CPS를 이용한 가상공간과 실제 생산공정의 디지털 동기화 빅데이터 기반 지능형제어 자동화

- 대표 스마트팩토리 선정('16. 3월)

- 스마트화 수준 : 설계 ~ 생산까지 디지털화 / 국내 뿌리업종 중소기업 벤치마킹 활용도 큼
- 5개 이상의 종합적 공정이 수반(설계 ~ 주조 ~ 열처리 ~ 가공 ~ 표면처리 ~ 조립)
- 국내 중소기업들에게 변화과정을 공개하며 국내 제조업 경쟁력 향상에 기여

- 주요성과 : 생산성 25%, 품질 25% 향상, 제품개발 기간 및 비용 감소 전망
- 모듈형 유연생산라인, IoT·CPS, 빅데이터, 인공지능의 유기적 결합으로 '현장자동화'부터 '공장운영'까지 일체화된 "고도화 스마트팩토리" 구현

○ 스마트팩토리 구축사례(금형분야, 재영솔루텍)

- 40년간 축적된 설계·견적·가공데이터 및 생산기술과 노하우 등을 기반으로 자발적으로 스마트생산화를 진행해왔으며 금형산업의 표준화를 선도

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 사출금형설계 표준 가이드북 제작 ○ 현장지원을 위한 여러 가지 아이디어를 구성·기획에 반영(예 : 가공을 위한 표준화 규약을 설계 디지털 데이터에 적용) | ⇒ | <p>금형설계 자동화 프로그램(RAMDES) 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> - 설계의도 왜곡 없이 현장 전달 - 도면작업 최소화·간략화·자동화 |
|--|---|--|

MES를 통해 지난 15년 동안 설계데이터 및 해석데이터, 유동해석 시뮬레이션 데이터 축적

- 해외생산기지 뿐만 아니라 타사에서도 활용 가능한 금형제조 통합시스템을 개발하여 ‘금형의 프랜차이즈화’를 실현하기 위한 전략 GMS 3.0 추진
 - 금형부품을 제작하는 과정 중에 레이저를 이용하여 표면에 QR코드를 자동 기입토록 하여 수요기업은 스마트폰으로 QR코드를 스캔하면 금형부품의 상세 정보(재질, 성능, 담당기술자 등)를 즉시 얻는 시스템을 구축
 - 기존 고용인력과 조직은 유지한 상태에서 금형사업부 내에 선행기술팀을 신설하고 전산에 대한 이해를 갖춘 금형전문가의 기획아래 금형 엔지니어 1명과 SW개발인력(컴퓨터공학, 자동화기술 전공 프로그래머 3~4명)을 채용하여 SI업체와의 협업이나 외주 없이 금형 특화 설계 프로그램과 모바일 어플리케이션 등을 자체 개발하여 활용
 - IT기술을 융합한 금형제조정보 열람 서비스를 제공함으로써 생산업체는 자사 금형부품의 사후 관리 및 고객서비스의 향상, 불량률 저감, 생산성 향상(37%↑) 및 비용 절감(62%↓)을 기대
- 스마트팩토리 구축사례(소성가공분야, DY METALWORKS)
- 자동차 오토미션용 Outer Race 냉간 단조 자동화 및 단조공장 제조공정 스마트 시스템 구축
 - 생산관리 & 문서 : 사무공간 및 ERP시스템, 현장 메인 모니터링 서버 연동 S/W 양식에 따른 공정검사, 작업표준, 작업일보 등 문서화 프로그램 개발
 - Outer Race 제품라인 및 단조라인 전체 프레스 설비 확장성을 고려한 유무선 네트워크 환경의 와이파이 설치 통한 스마트 디바이스 및 현장 메인 모니터링 장치 구축
 - 5% 이상의 원가절감, 작업일지 작성 오류 제거에 따른 불량률 감소, 생산량 증대
 - 예방품질 기능 확보 통한 품질향상, 현장데이터의 확보와 관리, 자재부족 알림기능으로 생산 전 공정에서의 실시간 의사소통 가능

[표 3-2] 스마트팩토리 구축결과(출처 : 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구, 2017)

내용	도입 전	도입 후
생산정보관리 및 활용	작업일지 수기 작성	- 수집 편의성 확보 - 터치패널 입력/통계분석 : 현장 문제점 도출
작업관리	작업 지시당 LOT 공정 이동전표 부착	- 공정이동 전표 출력가능 - 작업진행 업무 파악 효율
공정 데이터 활용	작업표준서 공정 변수 설정 불량원인 파악 한계	- 공정 변수 자동 집계 - 품질불량 원인 예측 가능
설비 자동화 관리	설비점검 기준 및 일상점검	- 설비보전 모니터링 가능 - 고장시점 이상부분 추정
스마트 운영	각 설비별 공정 현황 및 생산관리	- 설비별 공정현황 모니터링 - 설비 운영 생산현황 관리

- 실시간 현장 및 공정관리를 통해 설비별 가동과 비가동 현황을 중앙에서 모니터링 할 수 있게 되어 설비가동률을 제고할 수 있었으며 이를 통한 품질향상으로 고객만족도 또한 향상

○ 스마트팩토리 구축사례(소성가공분야, (주)한길)

- MES 기반 용접·접합 공정 스마트시스템 구축
- 공정에서 필수 불가결하게 개입되는 사람이 직접 개입하는 공정에 의해 발생하고 있는 불량원인을 근본적으로 차단하고 관리할 수 있는 시스템을 확보

[표 3-3] 스마트팩토리 구축결과(출처 : 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구, 2017)

기존 제조 공정 시스템	⇒	MES 기반 용접/접합 공정 스마트 시스템화
문서형태 작업 지도서 이용		설비별 작업지시 생성과 작업지도서 전자배부
Lot별 정보 및 검사정보 수작업 Scan		Lot 바코드 Scan 통한 실적 및 재고관리
생산공정 현황의 실시간 집계 및 진도파악 불가		생산공정 현황 실시간 집계·게시 통한 생산 진도 파악

- 기존 시스템이 문서형태의 작업지도서 사용, 작업자의 수작업 Scan과정에서 정보입력 오류로 인한 Loss를 차단가능

- 작업자에 의한 애로 감소는 생산성 향상과 불량감소로 이어져 작업자의 연장 근무 감소를 통한 비용감소, 가동률 향상에 따른 생산여력의 증가로 새로운 고객을 개발할 수 있는 생산여력을 확보할 수 있게 되었다는 것을 의미
- 생산공정의 현황을 실시간으로 집계할 수 있게 됨으로서 생산 진도현황을 파악하고 파악된 정보기반 생산라인을 효율적으로 운영
- 스마트 공정을 체계적으로 관리하기 위하여 IT관리 인력에 대한 추가고용 발생
- 공정누락을 미연에 방지할 수 있는 Fool Proof 관리가 가능해짐에 따라 높은 수준의 불량률 예방을 통한 품질관리로 생산성 향상과 원가절감을 동시에 달성

○ 스마트팩토리 구축사례(표면처리분야, (주)하이피텍)

- 아연도금 3가 흑착색 크로메이트 공정 회전식 로봇 자동화설비 기반 스마트 팩토리 구축
- 로봇기반 회전식 자동화 양산시스템과 RFID 기반 주기관리의 데이터베이스화 및 생산이력 모니터링과 바코드 자동확인·실시간 집계보고 시스템 구축

[표 3-4] 스마트팩토리 구축결과(출처 : 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구, 2017)

기존 제조 공정 시스템		회전식 로봇 자동화설비 기반 스마트시스템
일자형 6가 크롬도금 시스템		아연도금 흑색 3가 크로메이트 회전식 로봇 자동화시스템
자동제어와 현장 작업자를 위한 Fool Proof 설비 미운영	⇒	자동제어와 현장 작업자를 위한 Fool Proof 설비 확보
RACK 주기관리를 통한 데이터베이스 미비		RACK 주기관리를 위한 RFID 기반 주기관리 데이터베이스화를 통한 추적관리
생산이력 데이터 모니터링 및 생산제품 실시간 집계 기능 미비		생산이력 데이터 모니터링과 생산 제품의 바코드 자동확인과 실시간 집계 및 보고

- 기존 50%수준의 자동화 공정을 100%까지 올릴 수 있게 되었으며 단순한 자동화가 아닌 생산설비 자동화 및 생산된 모든 제품에 대한 생산이력이 전산화 됨에 따라 지속적으로 고객사 요구에 대한 대응이 가능해져 기업경쟁력을 확보

- 6가 크로메이트 공정대비 생산원가가 높은 3가 크로메이트 공정을 확보하면서 인건비 절감과 생산효율 증대를 통해 제품경쟁력, 품질경쟁력, 가격경쟁력을 동시 확보

○ 스마트팩토리 구축사례(열처리분야, (주)한국질화열처리)

- 규격의 대형화 및 제품의 다양화라는 수요에 부응하고 특히 대형제품의 고품질 열처리 요구에 대응하기 위하여 대형 열처리 냉각제어설비와 관련한 통합 스마트 제조공정 시스템을 구축
- 제품의 재질, 형상별 제어시스템을 통해 부품별 정밀한 시간제어, 신냉각제 적용과 제어 및 장비설계·구축을 통한 조직 확보, 그리고 탈탄 및 스케일 방지 시스템을 통해 공정시간 단축과 변형방지를 위한 설비와 관리시스템 개발에 역점을 두고 추진
- 대기업이나 해외에만 의존했던 대형제품의 고품질 열처리 냉각기술을 확보함으로써 중국과 일본 등으로 빼앗겼던 수요의 국산화 토대를 마련

[그림 3-1] 구축설비 및 시스템(출처 : 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구, 2017)



○ 성과 및 기대효과

- 생산관리가 가능해지고 제품 품질관리가 되기 시작, 비용 절감 및 매출 증대
- 공장의 직접고용을 감소시킬 수 있으나 다른 연관 산업의 간접고용을 크게 증가시키는 형태로 고용창출에 기여 / 경쟁력 향상으로 산업의 고도화
- 제조환경 개선, 원가 절감, 생산성 향상을 추진하면서 단순 기능공 대신 연구원, 엔지니어 등 양질의 일자리 비중을 확대하여 고용수준 유지

- 고속련, 고임금 일자리 창출로 해외로 이전한 제조공장 회귀가 가능해질 전망이며 이를 통한 대규모 일자리 창출이 가능할 것으로 예상

○ 뿌리산업계 스마트팩토리 추진현황 및 향후 구축의사

- 뿌리산업 기업체 중 94%가 투자자금 부담과 유지보수 등 사후관리 부담 등의 이유로 스마트팩토리 구축의 추진의사가 없는 것으로 나타남
- 또한 뿌리산업 기업체 중 3%만이 현재 스마트팩토리를 구축하고 운영 중이거나 진행 중인 것으로 확인됨
- 뿌리산업 기업체 중 94%가 투자자금 부담과 유지보수 등 사후관리 부담 등의 이유로 스마트팩토리 구축의 추진의사가 없는 것으로 나타남

[표 3-5] 스마트팩토리 추진현황 및 향후 구축의사(2018 뿌리산업백서)

(단위: 개사, %)

구 분	사례 수	일부 구축 완료, 운영중	현재 진행 중	내년 또는 중장기 계획	관심 있으나 구체적 계획 없음	추진의사 없음	
전 체	25,787	1.8	1.2	0.6	2.3	94.0	
업종별	주 조	1,289	1.4	1.0	0.6	6.1	91.0
	금 형	6,399	1.4	0.8	0.2	1.0	96.5
	소성가공	5,494	1.8	1.7	1.3	5.6	89.5
	용 접	5,243	1.1	1.6	1.0	1.0	95.4
	표면처리	6,319	2.7	1.0	0.2	1.3	94.8
	열 처 리	1,043	3.5	1.8	0.4	1.3	93.1
규모별	1 ~ 9인	16,702	0.1	0.2	0.1	1.1	98.5
	10 ~ 19인	3,565	1.2	1.7	0.6	1.3	95.2
	20 ~ 49인	3,124	6.0	3.0	1.6	4.8	84.6
	50~199인	1,966	8.6	4.3	2.0	9.6	75.4
	200~299인	223	7.3	8.8	5.8	7.7	70.4
	300인 이상	207	25.3	13.3	10.8	4.4	46.2

○ 뿌리산업계 스마트팩토리 구축 계획수립 시 애로사항

- 뿌리산업 기업체는 기업의 규모와 관계없이 초기 투자자금과 유지보수 등 사후관리 부담의 이유로 스마트팩토리 추진을 망설이는 것으로 나타남
- 향후 뿌리산업계 스마트팩토리 구축 관련 정책수립 시 투자비용과 사후관리 부분에 대한 지원에 집중할 필요가 있을 것이라 판단됨

※ 2017년도 현재 기업당 최대 5천만원 한도 내 지원, 별도의 사후관리 지원 없음

[표 3-6] 스마트팩토리 구축 계획수립 시 애로사항(2018 부리산업백서)

(단위: 개사, 백만원, %)

구 분	사례수	투자자금 부담	유지보수 등 사후관리	성과 확신부족	전문 인력 확보 제한	기술유출 우려	기타
전 체	1,559	52.7	12.4	8.0	4.9	0.6	25.0
업종별	주 조	117	34.3	7.6	-	3.1	55.0
	금 형	222	34.7	10.0	3.2	13.6	37.6
	소성가공	575	72.7	3.1	15.9	1.8	11.2
	용 접	243	45.1	16.2	4.5	6.3	32.5
	표면처리	330	49.1	29.4	2.4	4.4	18.0
	열 처 리	72	21.1	11.0	10.1	3.0	54.8
규모별	1 ~ 9인	245	41.7	1.5	26.5	-	35.6
	10 ~ 19인	171	60.9	14.2	4.5	1.3	19.1
	20 ~ 49인	481	51.3	17.9	5.1	7.3	23.2
	50~199인	484	54.5	12.5	3.0	5.8	26.0
	200~299인	66	48.0	8.8	2.4	9.6	31.2
	300인 이상	111	65.9	11.5	10.7	3.9	10.9

○ 스마트팩토리 추진목적 및 조성수준

- 부리산업계에서는 대부분 생산성 향상이나 품질개선의 목적으로 추진하고 있으며 금형·열처리 기업들은 공정계획과 모니터링에 우선적으로 집중하고 있는 것으로 확인됨(금형 78.2%, 열처리 83.2%)
- 아직 부리산업계는 스마트팩토리 조성수준이 초기단계에 불과하고 공정계획과 실시간 자동으로 발주가 가능한 시스템을 구축하기 위한 시간과 예산이 필요함

[표 3-7] 스마트팩토리 추진목적(2018 부리산업백서)

(단위: 개사, 백만원, %)

구 분	사례수	생산성 향상	품질 개선	비용 절감	경영 관리	거래처 신뢰 제고	작업 환경 개선	납기 단축	에너지 효율	기타
전 체	1,559	58.7	7.9	7.0	2.9	2.0	1.7	1.4	0.1	18.4
업종별	주 조	117	31.7	1.3	1.9	7.7	3.1	-	-	54.2
	금 형	222	49.3	17.3	16.0	-	-	3.0	0.9	13.4
	소성가공	575	73.1	3.9	2.3	4.6	3.1	0.8	0.4	11.9
	용 접	243	35.7	17.3	13.9	-	-	2.4	3.5	27.3
	표면처리	330	65.8	3.4	5.9	2.9	2.9	4.2	0.5	14.3
	열 처 리	72	61.4	10.4	6.0	-	-	2.2	3.0	17.0
규모별	1 ~ 9인	245	41.7	7.7	8.7	1.5	-	-	-	40.3
	10 ~ 19인	171	62.8	10.3	6.2	-	3.2	4.3	1.3	11.9
	20 ~ 49인	481	58.2	7.0	8.7	3.0	2.7	2.4	0.7	17.3
	50~199인	484	63.5	6.3	6.0	4.6	1.2	1.4	1.9	14.8
	200~299인	66	48.0	17.5	2.4	6.6	9.9	-	2.4	13.3
	300인 이상	111	77.8	9.7	3.7	-	-	-	4.6	4.2

[표 3-8] 스마트팩토리 조성수준(2018 부리산업백서)

(단위 : 개사, 백만원, %)

구 분	사례수	공정·생산 데이터 실시간 확보 및 공정 모니터링	실시간 데이터 집계 분석 및 생산관리 ·공정계획 수립	수요관리·예측, 재고 ·생산현황에 맞춘 실시간 자동발주	무응답	
전 체	1,559	34.0	12.7	5.2	48.0	
업 종 별	주 조	117	23.9	5.2	4.0	66.8
	금 형	222	55.3	22.9	1.8	19.9
	소성가공	575	32.2	7.2	1.8	58.8
	용 접	243	25.5	20.2	17.2	37.0
	표면처리	330	27.8	11.6	5.6	55.0
	열 처 리	72	56.4	17.3	3.0	23.3
규 모 별	1 ~ 9인	245	17.1	1.2	-	81.7
	10 ~ 19인	171	40.1	18.1	3.6	38.3
	20 ~ 49인	481	34.7	12.8	4.2	48.3
	50~199인	484	37.1	15.7	5.8	41.3
	200~299인	66	55.9	3.3	6.3	34.5
	300인 이상	111	32.4	22.0	20.4	25.2

○ 한계 및 애로사항

- 대부분의 업종에서 IoT의 활용이 빠른 정보수집, 의사결정 지원, 공장가시성 확대에 집중되어 있고 조달/재고관리 등 전체 공급망 관리, 자사의 경계를 넘어선 전체 가치사슬까지의 활용 확대는 아직 진행 중
- 산업통상자원부의 스마트팩토리 수준(안)은 ‘기초 - 중간 1 - 중간 2 - 고도화’ 4단계와 비교해 뿌리산업에 적절한 스마트팩토리 수준에 대한 기준 미제시
- 뿌리산업 맞춤형 스마트팩토리 정책수립에 필요한 기초정보·기준 등이 부재
- 변화에 대한 조직의 의지나 내부 지원 등 스마트화 역량이 취약하고 공장 내 IT 인프라 구축 등 여건조성이 미흡
 - 규모가 작고 영세한 업체의 비중이 높아 스마트팩토리 조성에 투입해야 하는 비용과 전담인력에 대한 부담으로 도입율이 저조
- 단위 공정별로 자동화·최적화가 이루어져 데이터가 개별적으로 수집
- 경험과 숙달에 의존도가 높은 뿌리공정의 특성으로 인한 솔루션 개발의 어려움
- 안전과 보안대책 미흡 / 대기업 주도로 협력 중소기업에 대한 구축 지원 위주
- 시스템을 유지 보수할 전문 인력 부족과 운영 인력에 대한 제한적 교육

IV 문제점 개선 및 향후전략

○ 문제점 개선(① 뿌리 공정의 스마트화에 대한 범위)

- 기업의 스마트팩토리 구축과 산업·공정의 스마트화의 차이를 인식하고 산업·공정 스마트화를 위한 전략과 기업의 스마트팩토리 구축 지원 전략을 차별적으로 수립하여 추진

○ 문제점 개선(② 중소 뿌리기업 주도적 생산시스템 혁신)

- 대기업 주도적 구축 지원의 한계 : 대기업의 노하우를 활용하여 중소기업의 생산과정의 혁신을 가져올 수 있으나 독자적인 기술과 시스템 보유는 불가능
- 중소기업이 자신에게 가장 적합한 스마트팩토리 관련 기술 및 시스템을 주도적으로 개발
- 중소 뿌리기업 주도의 스마트팩토리 도입을 통하여 뿌리산업 분야 스마트 제조 시스템 비즈니스의 공급업체로 부상하는 등 비즈니스 모델 창출 가능
- 뿌리기업의 자체 역량을 신기술과 접목하여 혁신적인 기업으로 탈바꿈 계기
- 단기적 생산성 향상에 그치지 않고 대기업에 대한 기술적 종속 심화를 탈피하여 장기적인 경쟁력 확보

○ 문제점 개선(③ 중소 뿌리기업 특화 지원책 마련)

- 뿌리기업들이 기업 주도적으로 스마트팩토리 도입 또는 생산 혁신 기술과 시스템 개발 등을 추진할 수 있도록 여건 조성
- 중소 뿌리기업에서 스마트팩토리 구축 시 가장 어려움을 겪는 요소인 연구 개발 등 전문인력 및 자금확보에 대한 정부 차원의 직·간접적 지원
- * 인근 지역소재 대학 및 연구소 등 전문인력을 활용토록 시스템 마련

○ 문제점 개선(④ 인력양성)

- 융합형 인재 양성을 위한 산·학·연 연계형 스마트제조 특성화 교육 기관 지정 및 설립(대학, 대학원, 센터)

- 뿌리기업 재직자 및 뿌리기술 전공자들에 대한 정보화 교육 프로그램 필수 이수 유도·지원
 - (재직자) 사내 정보화 교육 프로그램 운영 지원(수강비용 등)
 - (전공자) 전공 필수 과목에 정보화 관련 교과목 포함하여 이수 유도
- 온라인 교육 프로그램 개발

○ 문제점 개선(⑤ 뿌리기술 디지털화)

- 뿌리기술의 데이터 관리 매뉴얼 제작·보급
 - 제조 공통 공정의 현장 문제 및 중점 관리요소 설정
 - 공통 공정별 스마트화 추진방향 제시 및 지능화 모듈 및 시스템 도출
- 데이터 추출 기법 개발
 - 공정데이터 수집과 공정기술 디지털화를 위하여 장비의 컨트롤 보드에 대한 접근성을 확보하고 생산장비 현황 조사 및 정보화 유도 장치 개발 추진
 - 공정데이터 추출 H/W(센서, add-on 장치 등) 개발 / 데이터 관리·활용 S/W 개발

○ 문제점 개선(⑥ 데이터 축적을 위한 클라우드 데이터센터 설립)

- 기술, 경험(노하우), 암묵지 축적 → 빅데이터, 축적의 힘
- 공통제조공정인 뿌리공정기술과 관련한 빅데이터 축적은 필수적
 - 4차산업의 승부는 얼마나 많은 빅데이터를 확보해 어떻게 활용하느냐로 결정되며 공공 데이터 개방을 확대하는 등 관련 규제 개선이 필요
 - 빅데이터 분석 기술은 완성 수준인데 반해 축적된 데이터 부족에 따른 한계
- 빅데이터 축적을 위해서는 공정별 데이터 수집을 위한 설비, 네트워크 환경, 데이터 저장 서버 등 인프라 투자 필요
 - 영세한 뿌리기업의 경우 개별 기업이 추진하기에는 역부족(부담, 불가능)
- 뿌리공정 데이터의 경우 공통 활용성이 특히 높아 공유하여 활용할 수 있도록 국가주도적 데이터 센터가 효과적
 - 데이터 축적은 지역적 한계가 없어 참여코자 하면 어떤 기업이든 가능하고 어느 지역에든 구축 가능

○ 문제점 개선(⑦ 보안체계 마련)

- 정보보안과 노하우 유출에 대한 철저한 대책 및 보호체계를 마련하고 이를 보급·확산시켜 스마트화를 통해 더욱 안전한 기업환경 조성
 - 철저한 보안유지 조건하에 클라우드에 축적된 데이터와 정보를 활용

○ 문제점 개선(⑧ 인식 제고)

- 스마트제조, 공정 지능화/정보화의 필요성에 대한 경영자 및 재직자들의 인식 제고를 위한 교육 및 홍보
- 스마트팩토리 도입 전부터 도입 후 효과적 활용까지 전주기 컨설팅 제공
- 스마트제조시스템 하에서 일하는 방식에 대한 교육과 홍보 필요
 - 정부 주도 정책/모델 추진보다도 뿌리기업 스스로 가치를 찾아갈 수 있도록 환경 조성 필요
- 인식 제고를 위한 홍보 → 구축 효율화·고도화를 위한 기반 조성 → 구축 결과 활용을 위한 인력 양성 및 신산업 창출로 이어지는 수요산업 확산을 위한 선순환 구조 확립

○ 뿌리공정 스마트화 전략(① 기업규모 및 공정수준별 특성 고려)

- 뿌리기업도 규모에 따른 특성차이가 현저하기 때문에 기업의 영세성과 기반 조성 정도 등 기업규모와 여건을 고려한 수준별 맞춤지원 필요
- 단일공정의 기초수준부터 복합공정/다공정의 고도화 수준까지 공정형태 및 수준별 모델 공장 구축

○ 뿌리공정 스마트화 전략(② 지역별 특성 고려)

- 해당 지역에 집적화된 업종의 모델 공장 구축 지원
 - * (예) 수도권 : 인천 - 주조/표면처리, 경기 - 금형/소성가공/열처리/용접
 - 충청·전라권 : 충남 - 소성가공/주조/표면처리, 광주 - 금형, 전남 - 용접
 - 경상권 : 대구 - 소성가공/표면처리, 경북 - 주조, 경남 - 열처리/용접

[표 4-1] 시도별 부리산업체 분포(부리산업백서)

지역	금형	소성가공	열처리	용접	주조	표면처리	총합계
강원	6	15	2	29	4	16	72
서울	818	447	64	310	87	356	2,082
인천	639	766	83	365	182	1,014	3,049
경기	2,592	2,108	285	1,700	393	2,179	9,257
대전	77	97	8	79	27	68	356
세종	2	11	2	8	1	3	27
충북	65	85	13	145	41	117	466
충남	87	170	23	299	46	130	755
광주	189	143	7	109	20	94	562
전남	15	28	6	264	14	59	386
전북	42	92	8	136	27	83	388
대구	498	630	104	148	97	573	2,050
경북	286	320	38	326	144	239	1,353
경남	495	516	169	960	156	613	2,909
부산	672	461	115	444	159	690	2,541
울산	76	79	23	290	11	88	567
제주	-	2	-	4	-	4	10
총합계	6,559	5,970	950	5,616	1,409	6,326	26,830

- 특화단지 내 모델공장 구축

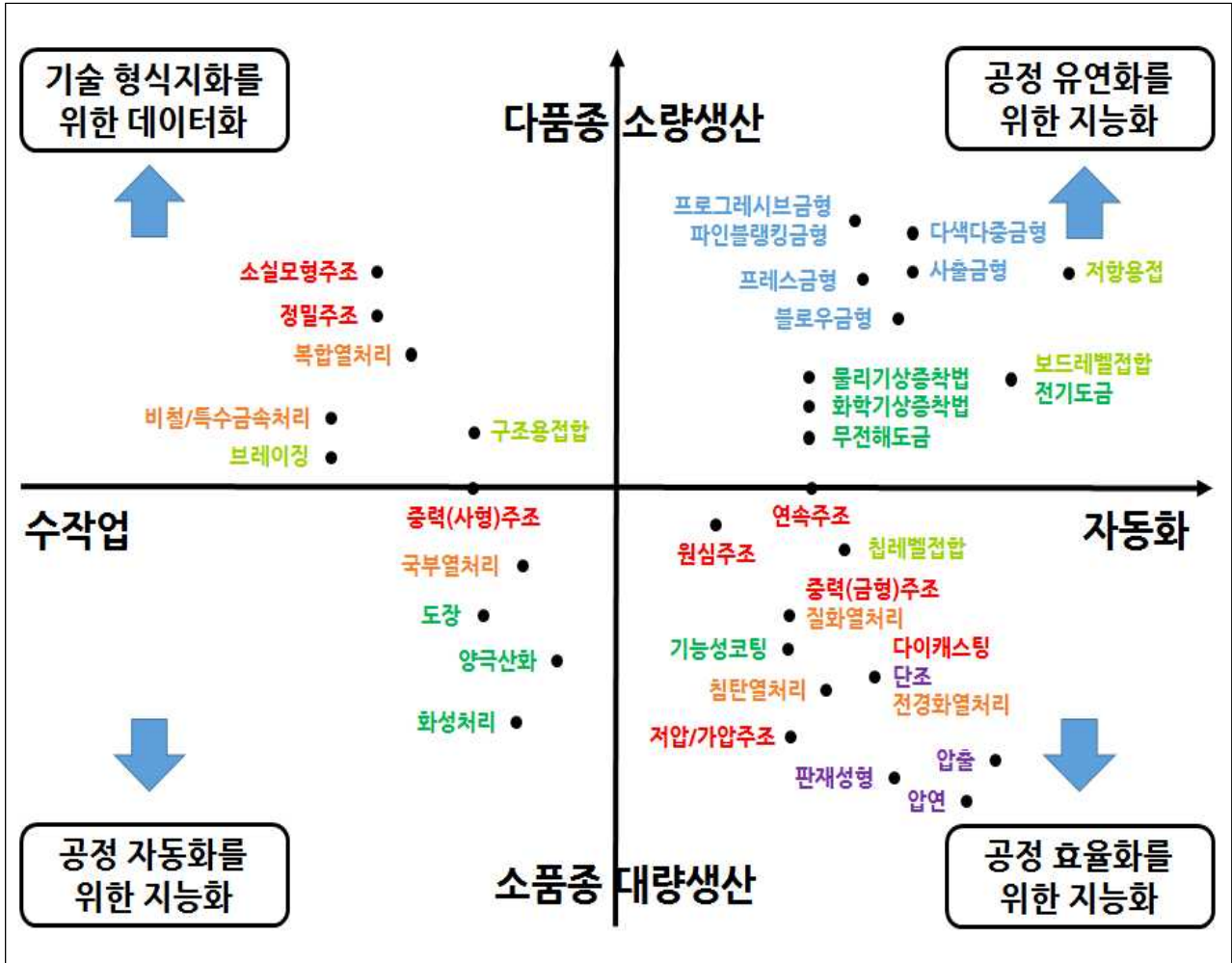
[표 4-2] 시도별 부리산업체 분포(부리산업백서)

단지명	지역	위치	특화업종
안산도금형동화단지	경기 안산	반월국가산단 내	표면처리
친환경표면처리센터	인천	검단일반산단 내	표면처리
반월도금단지	경기 안산	안산반월도금일반산단 내	표면처리
밀양하남부리산업특화단지	경남 밀양	밀양하남일반산단 내	주조
스마트허브피앤피단지	경기 안산	시화국가산단 내	표면처리
매곡 부리산업특화단지	울산	매곡일반산단 내	금형, 소성가공
온산 첨단부리산업단지	울산	온산국가산단 내	주조
남동인더스파크 청정지식산업센터	인천 남동	한국산업단지 남동공단 내	표면처리
진주 금형산업단지	경남 진주	정촌면 예하리, 예상리	금형
장림도금단지	부산	장림일반산단 내	표면처리
대불 부리산업특화단지	전남 영암	대불국가산단 내	용접
순천 부리산업특화단지	전남 순천	해룡일반산단 내	주조, 소성가공
월드밸리	경기 부천	오정일반산단 내	금형
시흥 도금산업클러스터	경기 시흥	시화국가산단 내	표면처리
금형특화단지	광주	평동일반산단 내	금형
군산 부리산업특화단지	전북 군산	군산국가산단 내	금형, 용접
완주 부리산업특화단지	전북 완주	전주과학산업연구단지 내	금형, 용접
성서 부리산업특화단지	대구	성서일반산업단지 내	표면처리
밀양용전 부리산업특화단지	경남 밀양	용전일반산업단지 내	주조
광양익신 부리산업특화단지	전남 광양	광양익신일반산업단지 내	용접, 열처리
경인도금단지	경기 안산	반월국가산업단지 내	표면처리

○ 뿌리공정 스마트화 전략(③ 업종·공정별 특성 고려)

- 세부공정기술의 특성에 따라 맞춤형 스마트화 전략 추진

[그림 4-1] 뿌리공정별 스마트화 전략



V 결 론

- 우리 제조업의 GDP 비중과 성장기여도는 세계 최고 수준이며 뿌리산업은 미래에도 가장 중요한 경제성장의 원동력으로 제조업의 지속적인 성장에 있어 핵심적인 산업이며 국가 주력산업의 경쟁력 강화 및 신성장산업의 기술경쟁력 선점을 위하여 반드시 필요한 산업임
- 우리나라의 4차 산업혁명 대응 수준으로 미루어볼 때 고도화된 수준의 스마트 팩토리를 구현하기에는 상당한 시간과 노력이 필요한 상황이고 단기간에 스마트 팩토리로 전환을 노리는 것보다는 기존 생산 시스템의 문제제기와 이의 해결을 통한 단계적인 진출이 현 국내 산업단계와 부합
- 스마트팩토리 구축 및 공정 스마트화로 생산성 개선 및 매출 증대 등 기대 효과가 크지만 적절한 대응이 이루어지지 못하면 수요 쏠림 현상 등으로 스마트팩토리 구축기업과 미구축기업 간 격차가 커질 우려
- 산업 전반적인 스마트제조 체계와 기반을 마련하는 것부터 개별 뿌리기업의 스마트팩토리 구축·운영, 효과적인 활용·발전까지 전주기적 지원과 추진 필요
- 뿌리산업은 규모, 특성, 원가구조, 기술 경쟁력, 대내외에서 직면하고 있는 환경 등이 상이하어 이에 따른 차별화 전략의 필요성과 세부 전략 도출이 시급
- 업종별 원천·핵심 뿌리기술을 강화함과 동시에 생산성 향상 및 에너지·인력 등을 효율적으로 운영하기 위한 공장 스마트화 도입이 필요하며 국내외 환경 변화에 대응하기 위해서 적극적인 전략 추진이 중요
- 현재까지 뿌리산업의 스마트화 현황을 보면 스마트팩토리 구축에만 집중하고 있어 전반적인 스마트제조 체계와 기반을 마련하는 것부터 개별 기업의 스마트 팩토리 구축·운영, 효과적인 활용·발전까지 전주기적 지원과 추진이 필요
 - 현재 추진사업의 경우 솔루션과 설비 구축을 지원해주던 기존 자동화·정보화 사업과 차별성이 없으며 업종 특성과 규모의 차이 등에 따른 차별적인 전략과 모델이 필요한데 현재 지원사업은 하나의 모델로 집중되고 있음

- 대체로 뿌리기업에 도입된 기술은 제조현황을 모니터링 하는 수준에 그치고 있으며 기업의 가치사슬 전반을 아우르는 시스템을 갖춘 본격적인 스마트팩토리를 구축한 사례는 아직 없음
- 기업 또는 기업이 활용하는 공정의 특성과 해당공정에서 발생하는 문제를 해결하는 수단으로서 스마트팩토리를 활용해야 하고 정부 추진전략도 공정의 특성과 해당 공정에서 발생하는 공통의 문제를 발굴하고 모듈식 스마트팩토리 모델을 제시할 수 있어야 함
 - 정부는 현장에 적용되는 공통공정(뿌리기술 공정)의 특성과 기업이 해결을 원하는 문제가 무엇인지를 분석하고 공동으로 활용할 수 있는 틀을 제시
- 많은 중견·중소기업들이 제품은 각각 다르지만 공통적으로 뿌리기술·공정을 활용하고 있으므로 공통 공정별 모델 스마트팩토리 구축이 필요
 - 특히 같은 기술을 사용하는 뿌리기업은 공정과 제품이 유사하기 때문에 뿌리기업이 집적화된 지역에 모델 스마트팩토리를 두는 것이 효과적임
- 마지막으로 더욱 적극적으로 스마트팩토리 우수도입 사례를 보급·확산하여 뿌리산업의 고전적 이미지를 탈피하고 미래지향적 이미지로의 변환할 수 있는 당위성을 확보해야 함

참 고 문 헌

- 뿌리공정 스마트화 전략 도출을 위한 연구
(2017, 한국생산기술연구원)
- 스마트공장 구축을 위한 현장실태 및 요구사항 분석
(2017, 한국정밀공학회지 34권 1호)
- 413회 과학기술정책포럼 ‘4차 산업혁명과 제조업 혁신’
(2017, 김승현 과학기술정책연구원 연구위원)
- 철강산업에서 스마트공장 개념을 적용하기 위한 인프라 구축 연구
(2015, 이정한·반기영·김경협·나승구, 대한전자공학회 학술대회 자료집)
- 4차 산업혁명과 제조 혁신 ‘스마트팩토리 도입과 제조업 패러다임 변화’
(2018, Samjong INSIGHT Issue 55)
- 국내·외 스마트팩토리 동향
(2017, KB지식비타민 17-37호)