

KOSBI 중소기업 포커스

스마트공장보급·확산에서 스마트비즈니스 정책으로

책임작성 | 강재원 연구위원 (02-707-9853, jwkang@kosbi.re.kr)
박재성 연구위원 (02-707-9830, jspark@kosbi.re.kr)

※ KOSBI 중소기업 포커스는 중소기업연구원 홈페이지(www.kosbi.re.kr)에서도 보실 수 있습니다.

| 목 차

1. 문제의식
2. 중소기업 스마트공장 현황 분석 및 시사점
3. 향후 스마트공장 정책 방향

| 요약

- 정부는 현재 적극적으로 스마트공장 도입·확산 정책을 추진 중으로 점차 가시적 성과를 보이고 있으나, 양적 보급·확산 중심 정책에 대한 우려 역시 상존
 - '22년까지 30,000개의 스마트공장 도입을 목표로 보급·확산정책을 실행 중
 - 스마트공장 도입의 기업의 생산성, 고용, 매출액, 납기준수율이 증가했으며, 원가와 산업재해가 감소
 - 반면 기초 단계 위주의 양적인 스마트공장 보급 중심 정책에 대한 우려 및 비판 상존
- 본 보고서는 스마트공장 보급·확산 정책의 효과를 극대화하기 위해 중소기업 스마트공장 현황을 기업역량, 가치사슬, 거래 관계와 같은 비즈니스 실행 관점에서 살펴보고, 이를 바탕으로 다음과 같은 향후 정책 방향을 제시
 - 중소기업의 혁신역량에 따른 차별적 스마트공장 고도화 촉진
 - 구축 의향이 있는 업체를 차별 없이 지원하는 보편적 지원방식은 투자 여력이 부족한 기업의 기초수준 스마트공장 구축에 효과적이었으나 추가적인 고도화에는 한계가 존재
 - 중소기업의 스마트공장 고도화는 상대적으로 규모가 큰 기업을 대상으로 스마트공장 투자에 대한 과세 특례와 같은 유인(incentive) 제공으로 자발적인 고도화 유도 필요

- 생산공정을 중심으로 가치사슬 전반에 걸친 비즈니스 스마트화 추진
 - 공정성속도와 제조 모듈성이 낮은 산업의 경우 기술개발과 제조의 융합으로 인해 창출되는 부가가치가 매우 크므로 공정품질기술개발사업과 같은 중소기업기술개발사업과 유기적으로 연계하여 추진하는 것이 바람직
 - 현재 스마트공장 정책은 가치사슬상 생산공정분야에 집중되고 있으나 제조중소기업이 도입(계획) 시에는 마케팅·판로 역시 중요하게 고려하는 것을 반영하여 브랜드K 지원사업, 유통망지원 사업과의 연계를 통해 판로지원 강화
- 대·중소 상생형 스마트공장을 동반성장 비즈니스로 확대
 - 삼성의 마스크 생산업체 생산공정관리지원 사례를 참조하여 스마트공장 기술 도입 및 고도화 관련 대·중소기업 협업 촉진
 - 중소기업의 자발적인 스마트공장 도입·고도화 촉진을 위해 적정수준의 기대수익 보장
 - 단기적으로는 글로벌 공급사슬 위험관리 측면에서 장기적으로는 최종 생산물의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 대·중소 협업 지원 정책 강화

1. 문제의식

- 정부는 “스마트 제조혁신으로 중소기업 제조강국 실현”이라는 비전을 제시하며 적극적으로 스마트공장 도입·확산 정책을 추진
 - ‘22년까지 30,000개의 스마트공장 도입을 목표로 보급·확산정책을 실행 중 (관계부처합동, 2018)
 - ‘20년 스마트공장 5,600개 보급을 위해 4,150억을 투입(중소벤처기업부, 2020)
 - ‘30년까지 스마트공장 보급률 100%* 달성 및 ‘제조업 혁신성장 및 경쟁력 강화 특별법’, ‘중소기업의 스마트제조 혁신 촉진 특별법’ 제정을 계획
 - * 10인 이상 제조중소기업 6.7만 개 기준

- 최근 코로나19에 기인한 공급망 차단으로 생산 차질이 발생함에 따라 스마트공장을 통한 리쇼어링(reshoring)이 재조명*받음
 - * ‘도약하는 경제, 새로운 미래’ 청와대 정부 업무 보고 후 토론회 (‘20.02.17)
 - 코로나19로 인한 중국산 자동차부품 조달 문제로 국내 완성차 조업 중단 및 한국인 기술인력 입국 금지로 인한 해외이전 공장 운영 애로 발생
 - 자동화 공정을 통한 현지 맞춤형 생산을 지향하는 스마트공장은 오프쇼어링(off-shoring)으로 인한 일자리 감소 및 경제 타격을 우려해 온 제조 선진국의 해법으로 주목받았음

- 정부의 지속적이며 적극적인 스마트공장 보급·확산정책 추진에 따라 일부 성과가 가시화됨
 - 스마트공장 보급정책 초기 미흡했던 중소기업의 스마트공장 인식 수준은 점차 개선되었으며, 도입 필요성에 대한 공감대 확산(문화체육관광부, 2015; 2016; 중소기업중앙회, 2016; 중소기업진흥공단, 2018)
 - 스마트공장 도입기업의 생산성, 고용, 매출액, 납기준수율이 증가했으며, 원가와 산업재해가 감소

〈표 1〉 단계별 스마트공장 구분

공정개선 성과				경영개선 성과		
생산성 증가율	품질향상률	원가감소율	납기준수율	고용증가	매출액 증가율	산업재해 감소율
30%	43.5%	15.9%	15.5%	3명	7.7%	18.3%

자료 : 중소벤처기업부(2019)

- 스마트공장 도입기업을 도입 이전 비슷한 기업과 짝짓기(propensity score matching)한 후 도입 후 변화를 비교한 결과 평균 매출액, 평균 수출액, 평균 종업원 수에서 개선 효과를 보임

〈표 2〉 스마트공장 도입 효과 분석

(단위: 억원, 명)

	평균 매출액			평균 수출액			평균 종업원수		
	1년 전	1년 후	2년 후	1년 전	1년 후	2년 후	1년 전	1년 후	2년 후
도입기업(a)	272.9	289.1	304.5	5.8	9.1	11.8	59.3	64.4	65.9
매칭된 미도입기업(b)	270.3	274.6	278.3	5.9	7.0	8.9	57.9	58.1	57.4
차이(a-b)	2.6	14.5	26.2	-0.1	2.2	2.9	1.4	6.3	8.5

자료 : 중소벤처기업부(2019)

■ 반면 현재 스마트공장의 양적인 보급 확대 중심 정책에 대한 우려 및 비판 상존 (구본진·이종선·이미화·손석호, 2018; 안성훈, 2019)

- 스마트공장 보급·확산 및 도입 성과에도 불구하고, 현재 구축된 스마트공장의 스마트화 수준*은 본래 스마트공장의 개념**에 비추어볼 때 미흡한 것으로 드러남

* 현재 정부는 스마트공장 보급·확산 정책 수행을 위해 스마트공장 수준을 특성, 기능, 주요 도구, IoT 대상에 따라 4단계 5레벨*로 구분

** 스마트공장의 본질적 개념에 따르면 엄밀한 의미에서 스마트공장은 고도화 단계 레벨 5수준의 공장만을 지칭하는 것이 타당

〈표 3〉 단계별 스마트공장 구분

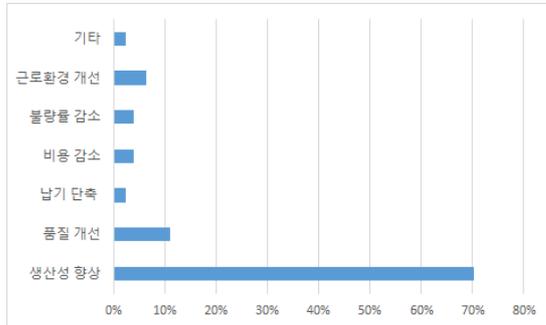
단계	수준 정의	표준	IoT 대상	특성	조건(구축 수준)	주요 도구
고도화	레벨 5	자율운영	+환경	맞춤 및 자율 (customized)	자율 모니터링 제어 및 최적화	AI, AR/VR, CPS 등
중간 2	레벨 4	최적화	+운전조건	최적화(optimized)	공정 운영 시뮬레이션 기반 사전 대응	센서제어기 최적화 도구
중간 1	레벨 3	제어	+작업자, 설비	분석(analyzed)	수집된 정보 분석 기반 제어	센서+분석도구
기초	레벨 2	모니터링		측정(measured)	실시간 생산정보 모니터링	센서
	레벨 1	점검	자재	식별(identified)	부분적 표준화 및 데이터 관리	바코드 RFID

자료 : 스마트제조혁신추진단 홈페이지의 단계별로 본 스마트공장, <https://smart-factory.kr/smartFactoryIntro>.

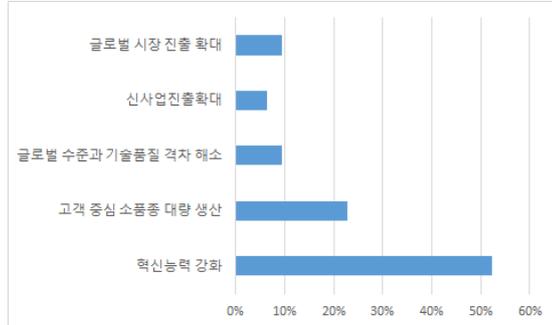
- 도입공장 대다수가 기초 단계이며, 중간 1단계는 18.7%, 중간 2단계 1.5%에 불과하며, 고도화 단계는 전무한 실정(조배숙 의원실 국정감사 자료, 2019)
- 이에 스마트공장 정책을 양적 확대에서 질적 도약으로 전환시키기 위하여 중소기업 스마트공장 보급현황을 기업역량, 가치사슬, 거래관계 측면에서 분석하고, 이를 근거로 향후 정책 방향을 제시하고자 함
- 스마트공장 보급 수 그 자체가 정책목표가 되는 것은 바람직하지 않으며, 스마트공장을 제조중소기업의 경쟁력 제고를 위한 수단으로 활용해야 함
 - 스마트공장의 모범 사례로 국내외 널리 소개되었던 아디다스 스피드팩토리 폐쇄*는 비즈니스 수익 모델과 유리된 스마트공장의 실패를 보여줌으로써 스마트공장 도입 자체가 정책의 목적이 될 수 없음을 명확히 보여줌
 - * 아디다스는 `16년 스피드팩토리를 설립하고 자동화 생산공정을 통한 소비자 맞춤형 현지 생산을 적극적으로 홍보하였으나, `19년 전격적으로 폐쇄를 발표
 - 개별 사업장 중심 스마트공장 도입을 넘어 전반적인 제조업 경쟁력 강화로 이어져야 함
 - 스마트공장 도입기업은 단기적으로는 생산성 향상을 장기적으로는 혁신능력 강화를 기대

[그림 1] 스마트공장 도입기업의 장단기 기대 효과

단기적인 도입 기대 효과



장기적인 도입 기대 효과



자료 : 신동평·양윤나 (2018).

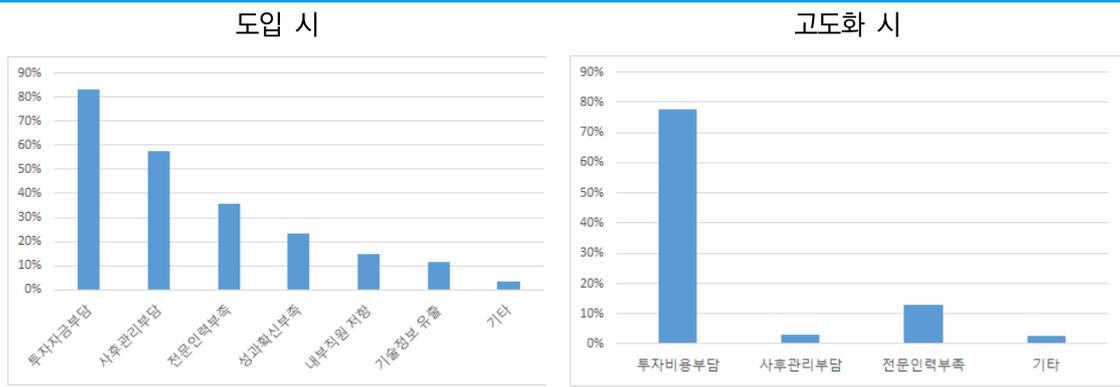
- 스마트공장 보급·확산 정책의 효과를 극대화하기 위해 중소기업 스마트공장 현황을 기업역량, 가치사슬, 거래 관계와 같은 비즈니스 실행 관점에서 살펴보고, 이를 바탕으로 향후 정책 방향을 제시

2. 중소기업 스마트공장 현황 분석 및 시사점

가. 기업역량 측면

- 중소기업은 스마트공장 도입 및 고도화 시 투자 비용을 가장 큰 걸림돌로 꼽고 있음
 - 스마트공장 도입 시 우려 사항은 투자비용부담, 사후관리부담, 전문인력부족, 성과확신부족, 내부직원저항, 기술정보유출 순으로 나타남(중복응답)
 - 고도화 시 애로사항은 투자비용부담, 전문인력부족, 사후관리부담 순으로 나타남

[그림 2] 스마트공장 도입 및 고도화 애로(우려)사항



주 : 도입시는 중복응답임

자료 : 중소기업중앙회 (2016), 중소벤처진흥공단 (2019).

- 중소기업의 스마트공장 도입 현황을 살펴보면 규모가 클수록 적극적으로 스마트공장 도입을 추진하며, 도입공장의 고도화 수준도 높은 것으로 나타남
 - 매출액 500억 초과 1,500억 이하 기업의 경우 도입 완료 비율이 23%, 진행 비율이 14.2%인데 반하여 20억 원 이하 기업의 경우 완료 비율 4.5%, 진행 비율은 2.2%에 불과할 정도로 규모에 따른 도입 편차가 큼

〈표 4〉 스마트공장 도입 여부

(단위: 개, %)

매출액/규모	업체수	도입 진행 단계			
		완료	진행	계획중	계획無
5억 원 초과~20억 원 이하	81,146	4.5	2.2	1.2	92.1
20억 원 초과~50억 원 이하	28,500	5.3	4.6	1.8	88.3
50억 원 초과~80억 원 이하	8,957	5.7	6.6	3.5	84.2
80억 원 초과~120억 원 이하	5,362	15.2	6.0	2.0	76.7
120억 원 초과~200억 원 이하	4,173	14.9	10.4	3.4	71.4
200억 원 초과~500억 원 이하	3,491	16.8	11.9	5.1	66.2
500억 원 초과~1,500억 원 이하	965	23.0	14.2	3.3	59.5
소기업	122,493	5.1	3.1	1.5	90.2
중기업	10,100	16.3	11.1	3.7	68.8
계	132,593	6.0	3.7	1.7	88.6

자료 : 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2019).

- 고도화 단계는 없고, 중간2 단계 비중 역시 미비하며, 매출액 200억 원 이상 기업의 경우 기초 67.3%, 중간1 단계 30.3%이고, 매출액 100억~200억 원의 기업은 기초 83.1%, 중간1 단계 14.5% 수준임

〈표 5〉 매출액 대비 도입 스마트공장 수준

(단위: 개, %, 억 원)

단계	업체수	매출액					평균
		50 미만	50~100	100~200	200 이상	n.a.	
기초	520 (77.4)	97 (88.2)	86 (84.3)	103 (83.1)	169 (67.3)	65 (76.5)	279.6
중간1	139 (20.7)	11 (10.0)	15 (14.7)	18 (14.5)	76 (30.3)	19 (22.4)	748.8
중간2	4 (0.6)	0 (0)	0 (0)	1 (0.8)	3 (1.2)	0 (0)	363.5
n.a.	9 (1.3)	2 (1.8)	1 (1.0)	2 (1.6)	3 (1.2)	1 (1.2)	290.8
계	672 (100)	110 (100)	102 (100)	124 (100)	251 (100)	85 (100)	376.2

자료 : 중소기업중앙회 (2018)

■ 스마트공장 도입과 관련된 총비용(정부지원+기업부담)은 매출액과 스마트화 수준에 비례하는 것으로 나타났으나, 자체투자비용과 매출액의 관계는 포물선(U-shape)의 형태를 보임

- 매출액이 커질수록 정부지원사업 관련 스마트공장 도입 비용 역시 증가하였으나, 정부지원 사업 외 자체 투자 비용만 살펴보면 매출액 50억 미만 기업의 투자비용이 50억~100억, 100억~200억 기업 보다 높음

〈표 6〉 매출액 대비 스마트공장 도입 비용

(단위: 개, %, 억 원)

	전체	매출액					
		50 미만	50~100	100~200	200 이상	n.a.	
업체수	672	110	102	124	251	85	
정부지원사업	정부지원금(a)	0.55	0.47	0.50	0.52	0.66	0.46
	기업부담금(b)	0.70	0.41	0.50	0.63	1.01	0.51
	소계(a+b)	1.25	0.88	1.00	1.15	1.67	0.97
자체투자(c)	0.26	0.30	0.12	0.16	0.40	0.10	
기업투자비용(b+c)	0.96	0.71	0.62	0.79	1.41	0.61	
총 구축비용(a+b+c)	1.51	1.2	1.12	1.31	2.07	1.07	

자료 : 중소기업중앙회 (2018)

- 스마트 수준별 총 구축비용을 살펴보면 중간2, 중간1, 기초 단계 순으로 수준이 올라갈수록 비용이 증가함

〈표 7〉 스마트공장 단계별 도입 비용

(단위: 개, %, 억 원)

	전체	스마트화 단계				
		기초	중간1	중간2	n.a.	
업체수	672	520	139	4	9	
정부지원사업	정부지원금(a)	0.55	0.53	0.61	0.89	0.91
	기업부담금(b)	0.70	0.67	0.83	0.62	0.67
	소계(a+b)	1.25	1.20	1.44	1.51	1.58
자체투자(c)	0.26	0.21	0.41	0.62	0.16	
기업투자비용(b+c)	0.96	0.88	1.24	1.24	0.83	
총 구축비용(a+b+c)	1.51	1.41	1.85	2.13	1.74	

자료 : 중소기업중앙회 (2018)

- 중소기업의 스마트공장 도입 및 고도화에 따른 재무적인 부담을 추정해보면 규모가 큰 중소기업의 경우 아직 충분한 비용 감당 여력이 있는 것으로 판단됨
 - 매출액 80억 원 초과 기업들의 당기순이익 대비 스마트공장 기업투자비용 비율은 30% 이하로 투자 여지는 충분한 것으로 보임

〈표 8〉 스마트공장 추가 도입 여지

(단위: 개, 억 원, %)

매출액/규모	추정 순이익 ¹⁾	추정 순이익대비 정부지원사업 기업부담금 비율 ²⁾	추정 순이익대비 기업투자비용 비율 ³⁾
5억 원 초과~20억 원 이하	0.315	130.2	225.4
20억 원 초과~50억 원 이하	0.926	44.3	76.7
50억 원 초과~80억 원 이하	1.945	25.7	31.9
80억 원 초과~120억 원 이하	2.352	21.3	26.4
120억 원 초과~200억 원 이하	3.156	20.0	25.0
200억 원 초과~500억 원 이하	4.82	21.0	29.3
500억 원 초과~1,500억 원 이하	8.45	12.0	16.7

주 : 1) 매출액 구간별 최소 매출액×매출액순이익률. 예) 5억 원 초과~20억 원 이하 구간: 5×6.3%=0.315

2) 정부지원사업 기업부담금/추정 순이익. 예) 0.41/0.315×100=130.2%

3) (정부지원사업 기업부담금+자체투자금)/추정 순이익. 예) 0.71/0.315×100=225.4%

자료 : 중소기업중앙회 (2018), 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2019)를 활용하여 저자 계산

나. 가치사슬 측면

- 스마트공장 도입은 흔히 정보통신기술과 생산설비 융합을 통한 공장 자동화로 잘못 인식되고 있으며, 단순한 업무 전산화 생산공정 자동화 단계를 뛰어넘어 비즈니스 가치사슬 전반에 걸친 변화를 초래
 - 스마트공장이란 “제품의 기획부터 판매까지 모든 생산과정을 정보통신기술로 통합하여 최소비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 사람 중심의 첨단 지능형 공장”을 의미(스마트제조혁신추진단, 2019)
 - 스마트공장은 “생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경이 구현되고, 개인맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조환경에 능동적 대응 가능”(한국산업표준 KS X 9001-2, 3. 용어와 정의, 3.1 스마트공장)

〈표 9〉 자동화공장과 스마트공장 생산관리시스템(MES) 비교

구분	기존 자동화공장	스마트공장
제어방식	중앙·집중제어	자율·분산제어
설비	순차·고정설비	가변·유연설비
공정	일반공정	모듈공정
정비	장애발생시 대응	설비예지정비
가상화	물리시스템	사이버물리시스템
생산품목	소품종 대량생산	다품종 생산

자료 : 홍성민(2019) 일부 수정

■ 스마트공장 도입을 가치사슬측면에서 살펴보면, 주로 생산공정과 밀접한 관계가 있는 분야에 집중됨

- 스마트공장 구축사업 참여기업 중 약 50%가 향후 추가 투자계획이 있으며, 투자 분야는 MES→ERP→PLM→SCM* 순으로 나타남

* MES(Manufacturing Execution System, 생산관리시스템), ERP(Enterprise Resource Planning, 전사적 자원관리), PLM(Product Lifecycle Management, 제품수명주기관리), SCM(Supply Chain Management, 공급망관리)

〈표 10〉 스마트공장 구축사업 참여기업 향후 투자계획

(단위: 개, %)

투자계획 있음						계획없음
MES	ERP	PLM	SCM	기타		
246 (36.6)	117 (17.4)	73 (10.9)	70 (10.4)	40 (6.0)	360 (53.6)	312 (46.4)

주 : 투자계획 있음의 구축 분야는 복수응답임

자료 : 중소기업중앙회 (2018)

■ 위탁기업의 수급기업 지원 역시 주로 생산공정분야 관련이 높은 순으로 이루어짐

- 위탁기업의 지원 항목을 살펴보면 연도별 편차가 크지만 평균적으로 공정개선 및 기술지도에 대한 지원 가장 큰 비중을 차지함
- 다음으로 공급망분야의 원자재 구매 지원과 기술공유 및 공동활용이 높은 비중을 차지함

〈표 11〉 위탁기업 지원현황

(단위: %)

분야	항목	2016	2017	2018	3년 평균
자금	직접(운영·시설·기술개발)	9.0	7.3	2.3	6.2
	간접(은행·보증기관 연계)	17.3	6.6	13.7	12.5
연구	공동연구개발	10.9	3.7	5.0	6.5
	연구개발시설 지원	3.4	1.5	2.4	2.4
	기술공유 및 공동활용	22.9	21.2	8.1	17.4
생산	공정개선 및 기술지도	20.5	16.9	47.0	28.1
	설비대여	13.3	4.8	3.8	7.3
	원자재 구매 지원	33.3	6.9	17.2	19.1
판로	국내 마케팅 지원	2.5	29.9	9.7	14.0
	해외 마케팅 지원	1.0	0.8	0.4	0.7
경영	경영 혁신 및 관리 지원	1.6	6.6	3.5	3.9
	복지·후생	1.0	8.8	4.9	4.9
인력	근로조건·작업환경 개선	3.2	5.3	3.2	3.9
	교육·훈련 지원	11.3	6.1	21.2	12.9
	인력채용 지원	1.0	2.5	0.7	1.4

주 : 1) 복수응답 결과

2) 표본설계 차이 및 모집단 구축기준변경으로 정확한 연도별 비교 분석의 한계가 있음.

자료 : 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2017; 2018; 2019).

■ 스마트 공장도입 기업의 성과를 생산공정 특성에 따라 분석한 결과 생산공정 형태에 따라 공장 스마트화의 효과가 상이하였으며, 특히 다품종 소량생산 공정의 경우 생산성 증가 효과가 나타남 (김민호·정성훈·이창근, 2019)

- 공장 생산공정은 (i) 다품종 소량생산에 적합한 배치* 및 잡숍(job shop)** 공정, (ii) 많은 부품으로 구성된 제품의 생산에 적합한 조립라인(assembly line) 공정, 그리고 (iii) 동일 품종의 대량생산을 위한 연속(continuous) 공정의 세 가지 형태로 구분이 가능

* 배치(batch) 공정: 일정 시간 동안 미리 설정된 양 만큼 생산하는 제조공정

** 잡숍(job shop) 공정: 다양한 소량의 커스텀(custom) 상품이 유일하게 만들어지는 공정

- 리드타임은 주어진 시간 동안 동일 제품을 많이 생산하는 것이 중요한 연속공정에서 감소하고, 불량률은 정교한 조립이 중요한 라인공정에서 감소
- 맞춤형 제품을 많이 생산하는 배치(잡숍)공정은 다양성 분야에서 양(+의 효과를 보여줌

〈표 12〉 생산공정 형태에 따른 공장 스마트화 효과

공정형태	생산성		효율성		다양성	
	일일생산량	리드타임	불량률	설비가동률	생산품목수	거래처수
배치(잡숍)공정	+	n.s.	n.s.	n.s.	+	+
라인공정	+	n.s.	-	n.s.	+	n.s.
연속공정	+	-	n.s.	n.s.	n.s.	+

주1 : n.s. 통계적으로 유의하지 않음 + 유의한 양의 효과 - 유의한 음의 효과
 자료 : 김민호·정성훈·이창근 (2019)

- 제조중소기업의 스마트공장 도입이 주로 가치사슬상 생산공정분야에 집중되거나 도입(계획) 시에는 마케팅·판로 역시 중요하게 고려하는 것으로 나타남
 - 스마트공장 도입(계획) 시 고려 사항을 상위요소(생산성, 이미지, 마케팅, 비용)와 그 이하 하위요소(불량률, 생산량, 재고, 고객친화, 산업선도, 제품만족, 새로운기회, 충성고객, 트렌드창출, 인건비, 재고비용 등)로 나누어 우선 순위 도출
 - 기존 도입 기업과 미도입 기업 모두 스마트공장을 통한 기업이미지 제고 및 마케팅 향상에 대한 기대가 컸음
 - 미도입기업의 경우 재고비용감소 및 적정재고유지에 대한 기대가 컸으며, 기존 도입기업의 경우 새로운 비즈니스 기회, 산업선도이미지, 트렌드 창출에 대한 기대가 높았음

〈표 13〉 제조중소기업 스마트공장 도입 기대 효과 요소 순위

미도입기업				기존 도입기업			
상위요소	가중치 (순위)	하위요소	가중치 (순위)	상위요소	가중치 (순위)	하위요소	가중치 (순위)
생산성 향상	0.166(4)	불량률감소	0.338(7)	생산성 향상	0.146(4)	불량률감소	0.360(9)
		생산량증가	0.252(10)			생산량증가	0.297(11)
		적정재고	0.410(3)			적정재고	0.343(10)
이미지 제고	0.337(1)	고객친화	0.430(2)	이미지 제고	0.266(2)	고객친화	0.229(7)
		산업선도	0.256(9)			산업선도	0.463(2)
		제품만족	0.314(8)			제품만족	0.308(6)
마케팅 향상	0.284(2)	새로운기회	0.400(4)	마케팅 향상	0.387(1)	새로운기회	0.445(1)
		충성고객	0.209(11)			충성고객	0.261(5)
		트렌드창출	0.391(5)			트렌드창출	0.294(3)
비용 절감	0.213(3)	생산인건비절감	0.168(12)	비용 절감	0.202(3)	생산인건비절감	0.162(12)
		비생산인건비절감	0.384(6)			비생산인건비절감	0.271(8)
		재고비용절감	0.449(1)			재고비용절감	0.557(4)

주 : 분석적 계층화 기법(Analytic Hierarchy Process)을 사용하여 순위 도출
 자료 : 강재원·곽기호·부제만·김민호·김채현 (2019)

다. 거래 관계 측면

■ 제조중소기업의 전속거래를 살펴보면 전속거래 비중 및 전속거래 시 매출액 의존도가 매우 높으며, 전속거래 중소기업의 영업이익이 비전속 중소기업보다 낮은 것으로 나타남

- 중소기업의 약 40%가 전속거래를 맺고 있으며, 전속거래 시 매출액 비중이 100%인 경우는 전체의 37.7%, 60%가 넘는 경우는 81.8%에 달하고, 20% 미만은 전체의 3.3%에 불과

〈표 14〉 제조중소기업 전속거래 실태

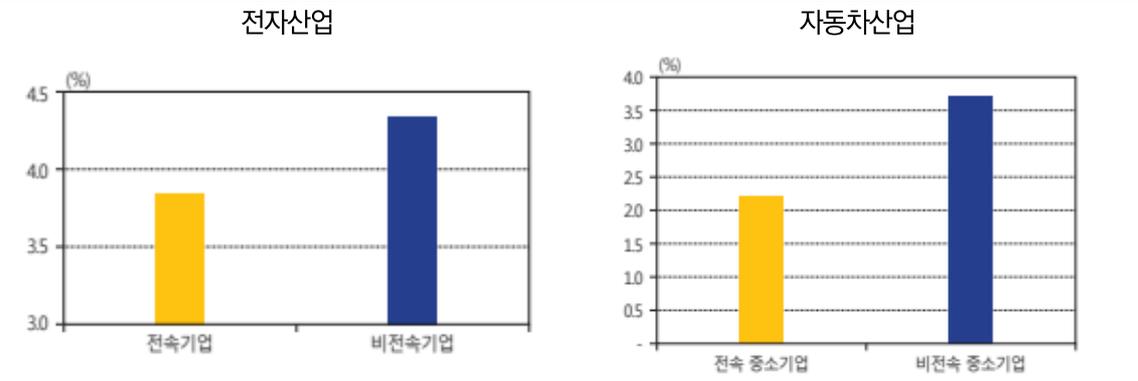
(단위: 개, %)

	업체수	전속거래 비중	전속거래 시 매출액 비중					
			100	80~99	60~79	40~59	20~39	~19
중소기업	64,645	39.0	37.7	24.7	19.4	9.7	5.2	3.3
소기업	59,600	38.7	39.7	24.9	18.7	8.6	4.9	3.1
중기업	5,045	42.2	15.6	22.4	27.0	21.4	8.5	5.1

자료 : 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2019).

- 전속 중소기업의 영업이익은 비전속 중소기업보다 상대적으로 낮음

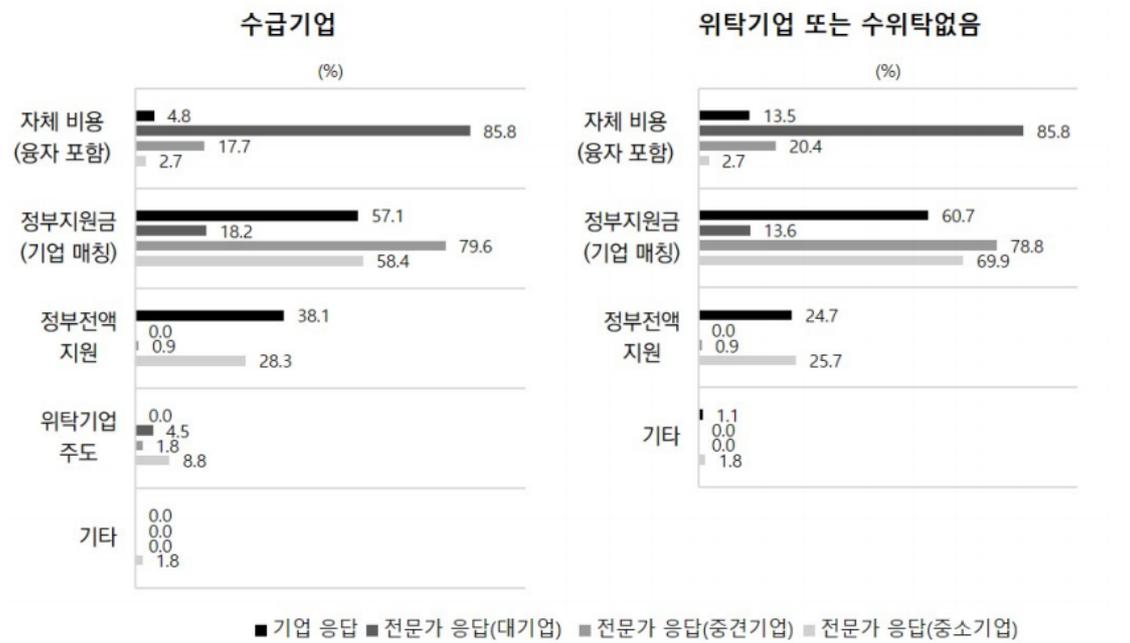
[그림 3] 전속·비전속 중소기업 영업이익률



자료 : 맹지은 (2018)

- 제조중소기업의 상당수를 차지하는 수급기업은 스마트공장 구축 소요 비용을 위탁기업과 공동으로 부담하기보다는 정부지원금에 의존하는 것을 선호
 - 중소기업 및 스마트공장 관련 전문가 모두 기업투자에 대한 정부지원 매칭 방식을 선호

[그림 4] 수위탁거래 유형별 스마트공장 구축 비용 부담 방식 설문 결과

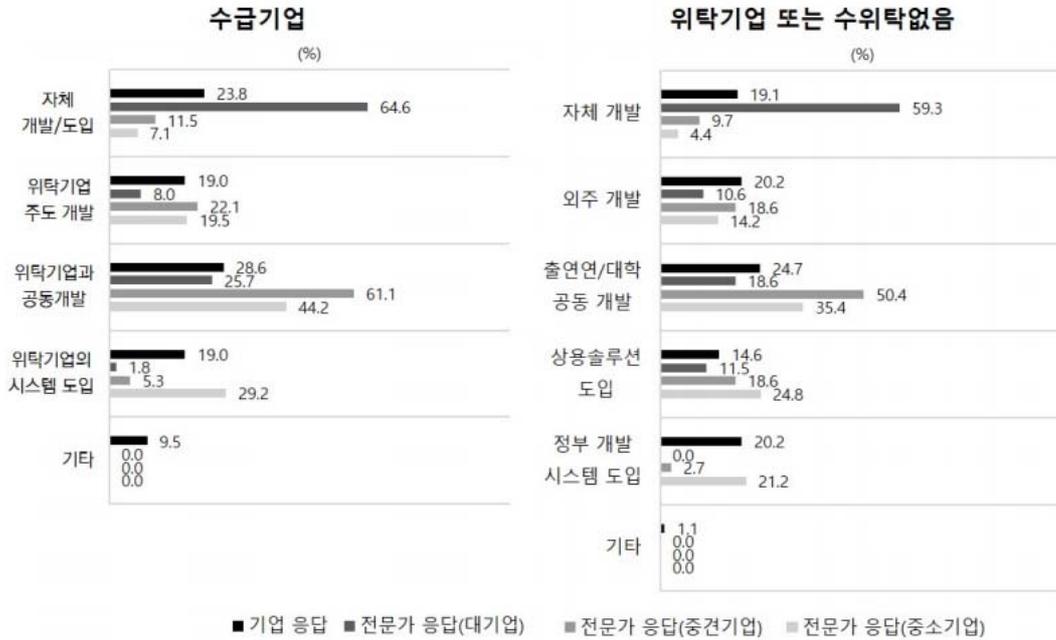


자료 : 신동평·양윤나 (2018)

■ 스마트공장 기술 도입 방식에 있어서 거래 형태와 상관없이 자체개발 보다는 외부솔루션 도입 또는 공동개발을 선호

- 수급기업의 경우 위탁기업과의 공동개발, 자체개발 위탁기업 시스템도입 및 위탁기업 주도 개발 순으로 선호
- 위탁기업 및 수위탁거래가 없는 기업은 출연연/대학과의 공동개발, 정부개발시스템 도입 및 외주 개발, 상용 솔루션 도입 순으로 선호
- 전문가들의 의견은 기업과는 다소 차이가 있으며 특히 수급기업과 위탁기업의 공동개발을 강조

[그림 5] 수위탁거래 유형별 스마트공장 기술 도입 방식 설문 결과



자료 : 신동평·양윤나 (2018).

3. 향후 스마트공장 정책 방향

가. 중소기업의 혁신역량에 따른 차별적 스마트공장 고도화 촉진

- 지금까지 중소기업 스마트공장 보급정책은 구축 의향이 있는 업체를 사실상 차별 없이 지원하는 보편적 지원방식
 - 투자 여력이 부족한 기업의 기초수준 스마트공장 구축에 효과적으로 현재까지 구축된 스마트공장의 약 80%가 기초 단계
- 보편적 지원방식만으로 고도화를 위한 추가 투자를 유도하기에는 한계가 있으므로 고도화 단계에 따른 정책지원 차별화 강화 필요
 - 현재 진행 중인 중소기업 스마트공장 보급·확산사업의 경우 신규 구축 정부지원액 최대 1억 원, 고도화 1.5억 원(대·중소 상생형의 경우 신규구축 0.6억 원, 고도화 0.9억 원)으로 스마트 단계에 따른 차별성이 부족
 - 중소기업 재무 상태를 고려할 때 향후 스마트공장 고도화 정책은 상대적으로 규모가 큰 기업을 대상으로 추진하는 것이 효과적일 것으로 예상
 - 스마트화 단계가 높을수록 투자 비용이 증가하며, 최고 수준의 스마트공장 구축에는 일반 중소기업이 감당하기에 부담스러운 비용이 소모될 것으로 추정
 - 상대적으로 규모가 큰 기업의 경우 투자 여력은 충분한 것으로 보이며, 소재·부품·장비 전문기업에 대한 과세 특례*와 같은 유인(incentive) 제공으로 자발적인 고도화 유도 필요

*20년 조세특례제한법 개정 내용

- 소재·부품·장비 전문기업 출자·인수 시 과세 특례 신설
- 소재·부품·장비 관련 외국인 기술자 소득세 감면

나. 생산공정을 중심으로 가치사슬 전반에 걸친 비즈니스 스마트화 추진

■ 생산공정의 특성에 따라 기존 산업을 재분류하고 그에 따른 맞춤형 지원정책 도입

- 기존 제조산업은 공정성속도와 모듈성을 기준으로 분류가 가능하며, 각기 다른 특성을 보임(Pisano & Shih, 2012)
 - 공정성속도와 모듈성 모두 높은 산업의 경우 순수 제품혁신이 이루어지는 분야로 소비자의 니즈가 중요한데 반해 나머지 산업은 생산 효율성이 중요
 - 공정성속도와 모듈성이 낮은 산업의 경우 기술개발과 제조의 통합 가치가 매우 높는데 반해 공정성속도와 모듈성이 높은 산업의 경우 수·위탁이 효율적임
 - 공정성속도가 높으나 모듈성이 낮은 산업의 경우 작은 공정변화가 제품에 큰 영향을 미치므로 스마트공장을 통한 공정 기술의 효과가 두드러질 것으로 예상
 - 공정성속도가 낮고 모듈성이 높은 산업의 경우 공정개선이 제품의 특성에 큰 영향을 끼치지 않고 생산성을 향상시킬 수 있음

[그림 6] 모듈성-공정성속도 매트릭스

높음	공정 내재 혁신 (process-embedded innovation) - 작은 공정변화가 예측 불가능한 방향으로 제품의 특성을 변화시킬 수 있음 예) 공예품, 고급와인, 고급의류, 열처리 금속제조, 첨단소재제조, 특수화학물	순수 제품 혁신 (pure product innovation) - 제조 아웃소싱이 타당 예) 데스크탑 컴퓨터, 소비 가전, 원료의약품, 일반 반도체(commodity semiconductors)
공정성속도	공정 주도 혁신 (process-driven innovation) - R&D와 제조의 통합 가치가 매우 높음 예) 생명공학의약품, 나노소재, OLED & 전기영동디스플레이, 극소형화 조립(superminiaturized assembly)	순수 공정 혁신 (pure process innovation) - 공정 기술이 빠르게 발전하고 있으나 제품혁신과 밀접한 연관성은 없음 예) 첨단 반도체(advanced semiconductors), 고밀도 플렉서블 회로
낮음	낮음	모듈성 높음

자료 : Pisano & Shih (2012)

- 공정주도혁신이 이루어지는 산업은 기술개발과 제조의 통합 효과가 크므로 스마트공장 보급·확산사업과 중소기업기술개발사업을 연계하는 것이 바람직함
 - 예를 들어 스마트공장 도입기업이 공정품질기술개발사업 참여 시 인센티브 제공
- 특히 모듈성이 높은 산업의 경우 관련 입·출고 및 재고·유통관리가 중요하므로 중소기업 판로·유통 정책을 스마트공장 정책과 연계
 - 스마트공장 도입기업의 브랜드K 지원사업, 유통망지원 사업 참여 유도

■ 스마트공장 도입 중소기업은 생산공정 외에 마케팅·판로 역시 중요하게 고려하는 것을 반영하여 중소기업 판로지원 정책과 연계 강화

- 스마트공장 도입의 가장 두드러진 성과인 생산성 증가 효과는 최종 매출을 전제로 함
- 판매가 담보되지 않는 산출물의 생산 증가는 악성 재고 부담으로 작용할 수 있으므로 추가 생산량에 대한 판로가 확보되어야 함
 - 기술혁신 시제품 시범구매 사업과 같이 일정 기간동안 공공구매 우대를 고려해 볼 수 있음

·조달청은 복지, 환경, 안전 등 국민생활문제 해결 분야 24개 제품과 드론, 미래자동차, 바이오헬스, 스마트공장, 스마트시티, 스마트팜 등 정부 혁신성장 8대 선도사업 분야 17개 제품에 대해 시제품을 구매한 후 수요기관 테스트를 진행해 수의계약 방식 구매를 유도

다. 대·중소 상생형 스마트공장을 동반성장 비즈니스로 확대

■ 스마트공장 기술 도입 및 고도화 관련 대·중소기업 협업 촉진

- 공급망에 속한 중소기업의 경우 스마트공장을 자체적으로 도입·고도화하기보다는 위탁기업과의 협업을 통해 구축하기를 희망
 - 삼성의 마스크 생산 지원 사례에서 볼 수 있듯이 대기업의 기술지원은 가시적 효과를 도출

·삼성은 마스크 생산업체에 생산공정관리 전문가를 파견하여 제조공정 개선만으로 기존 생산설비를 사용하여 생산량을 증가시킴
·병목 공정 해소를 통한 생산라인 최적화로 생산량이 4만 개에서 10만 개로 증가

- 반면 위탁기업과 수급기업의 기술공유 및 공동활용은 감소 추세

■ 대·중소 상생형 스마트공장은 생산제품의 안정적인 판매가 가능하다는 점에서 도입 유인이 크나, 고도화를 위해서는 추가적인 동반성장문화 정착이 필요

- 위탁기업의 일방적인 납품단가인하 관행이 지속된다면 스마트공장 도입·고도화로 인한 생산성 증가 효과는 위탁기업으로 이전되어 수급기업의 투자 유인이 사라짐
- 혁신성장을 위한 충분한 영업이익이 보장되지 않는다면 중소기업이 기대하는 스마트공장 도입·고도화를 통한 장기적인 혁신역량 강화는 요원한 일

■ 단기적으로는 글로벌 공급사슬 위험관리 측면에서, 장기적으로는 최종 생산물의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 대·중소 협업 지원 정책 강화 필요

- 일본수출규제 및 코로나19 확산과 같은 글로벌 공급사슬 교란은 대기업의 생산 차질을 초래하였으며, 이는 협력 중소기업 부품 구매 중단이라는 연쇄 파급효과를 불러옴
- 대기업은 강건한 공급망 구축을 위해 단기적인 영업이익 극화만 추구할 것이 아니라 중장기적인 경쟁력 제고를 위해 협력업체와 동반성장을 도모
- 정부는 신산업육성 및 주력산업 고도화를 위해 대·중소 협업을 촉진하는 정책을 적극적으로 추진

참고자료

- 강재원·곽기호·부제만·김민호·김채현 (2019), 「중소기업 디지털 전환을 통한 경쟁력 제고」, 정책연구 19-06, 중소기업연구원.
- 구본진·이종선·이미화·손석호 (2018), 「국내 스마트 제조 정책과 지원 현황 및 개선 방안」, Issue weekly 2018-01, KISTEP.
- 김민호·정성훈·이창근 (2019), 「공장의 스마트화를 위한 스마트한 정책방안」, KDI FOCUS.
- 관계부처합동 (2018), 「중소기업 스마트 제조혁신 전략」.
- 문화체육관광부 (2015), 「스마트공장 지원사업 인식도 및 만족도 조사」.
- 문화체육관광부 (2016), 「스마트공장 지원사업 인식도 및 만족도 조사」.
- 맹지은 (2018), 「주력산업 협력업체 경쟁력 저하의 원인과 시사점: 전자와 자동차산업을 중심으로」, 산업경제 산업포커스.
- 스마트제조혁신추진단 (2019), 스마트공장 소개, 2019.12.05.접속, <https://smart-factory.kr/smartFactoryIntro>.
- 신동평·양윤나 (2018), 「제조업 혁신 주도를 위한 스마트공장 정책 현황 분석 및 시사점」, Issue weekly 2018-32, KISTEP.
- 안성훈 (2019), 「중소·중견기업을 위한 한국형 적정 스마트팩토리」, 적정 스마트 팩토리 포럼 발표자료.
- 중소기업중앙회 (2016), 「스마트공장에 대한 중소기업 의견조사 결과보고」.
- 중소기업중앙회 (2018), 「정부지원 스마트공장 구축 실태조사」.
- 중소기업진흥공단 (2018), 「스마트공장 도입에 대한 중소기업 의견조사 결과」.
- 중소벤처기업부 (2019), 「스마트공장 성과분석 연구용역 결과」.
- 중소벤처기업부 (2020), 「2020년 스마트제조혁신지원사업 지원계획」.
- 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2017), 「2017 중소기업실태조사결과: 제조업」.
- 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2018), 「2017년 기준 중소기업실태조사결과: 제조업」.

- 중소벤처기업부·중소기업중앙회 (2019), 「2018년 기준 중소기업실태조사결과: 제조업」.
- 중소벤처기업진흥공단 (2019), 「스마트공장 활성화를 위한 정책방안 동향분석」.
- 홍성민 (2017), 「MES기반의 Smart Factory 구축 방안」, 제4차 산업혁명을 위한 글로벌 스마트팩토리 컨퍼런스 2017 발표자료.
- Pisano, Gary P, and W. Shih(2012), “Does America Really Need Manufacturing?”
Harvard Business Press, March 2012.

KOSBI 중소기업 포커스

발행인 : 이병헌

편집인 : 전인우

발행처 : 중소기업연구원

서울시 동작구 신대방1가길 77 (신대방동 686-70) (07074)

전화: 02-707-9800, 팩스: 02-707-9894

홈페이지: <http://www.kosbi.re.kr>

인쇄처 : 사단법인 나눔복지연합회

■ 본지에 게재된 내용은 필자 개인(연구진)의 견해이며, 중소기업연구원의 공식 견해와 일치하지 않을 수도 있습니다.

■ 본지의 내용은 상업적으로 사용할 수 없으며, 내용을 인용할 때는 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.