



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

스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구

- 한국 제조업의 정책과 인식도를 중심으로 -



2017년

HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

이 기 승

석사학위논문
지도교수 주형근

스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구

—한국 제조업의 정책과 인식도를 중심으로—

A Study on the Manufacturing Innovation through Smart Factory
— Focused on Korean Manufacturing Policy and Recognition —

2016년 12월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

이 기 승

석사학위논문
지도교수 주형근

스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구

－한국 제조업의 정책과 인식도를 중심으로－

A Study on the Manufacturing Innovation through Smart factory
－ Focused on Korean Manufacturing Policy and Recognition －

위 논문을 컨설팅학 석사학위 논문으로 제출함

2016년 12월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

이 기 승

이기승의 컨설팅학 석사학위논문을 인준함

2016년 12월 일



심사위원장 _____인

심 사 위 원 _____인

심 사 위 원 _____인

국 문 초 록

스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구

-한국 제조업 정책과 인식도 중심으로-

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅 전공

이 기 승

전 세계가 치열한 경쟁과 저성장, 고령화로 가면서 한국의 제조업과 더불어 전 세계가 위기의식을 느끼게 되고, 이런 저성장과 고령화의 해결을 위해 제4차 산업혁명과 더불어 스마트 팩토리가 대두되었다. 각 주요국과 더불어 한국도 제조업 재도약을 위한 제조업 혁신 3.0 정책을 진행 중이고 정부는 이 정책의 과제로 2020년까지 스마트 팩토리를 1만개를 만들겠다고 발표하였다.

본 논문의 연구 목적은 이런 스마트 팩토리에 대한 각 주요국의 정책과 우리나라의 정책을 비교해 보고 스마트 팩토리에 대한 사례를 살펴봄, 또한 이 스마트 팩토리를 현장에서 구현할 제조업 종사자나, 비제조업 종사자들을 상대로 스마트 팩토리의 인식에 관한 실태조사를 통하여 스마트 팩토리에 대하여 얼마나 인식하고 있는지를 알아보고, 또한 우리나라 제조업이 스마트 팩토리를 구현하기 위한 여건 또는 선결과제가 얼마나 구성되어 있다고 인식하고 있는지를 설문하는 것으로 스마트 팩토리를 구축하는 것과 더불어 한국의 제조업의 혁신을 위한 정책의 문제점은 없는지, 문제점이 있다면 그 시사점을 제시하고자 한다. 이러한 연구 목적을 달성을 위한 방법으로 남동공단을 중심으로 제조업에 종사하는 종사자와, 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 공부하는 대학원생 등 비제

조업에 종사하는 사람에게 스마트 팩토리에 대하여 얼마나 인식을 하고 있는지를 설문하여 인식도를 만들었다. 그리고 동일 설문을 통하여 한국에 스마트 팩토리를 구축하는데 있어서의 선행과제에 대하여 얼마나 인식을 하고 있는지를 질문하였다.

본 연구에서 정부의 추진과는 다르게 제조업 현장에서는 정부 정책인 제조업 혁신3.0에 대하여 또는 스마트 팩토리에 대하여 대체로 인식하고 있지 않은 것으로 파악되었고, 스마트 팩토리의 선결과제(①표준화, ②안전과 보안③통신인프라 정비④복잡한 시스템 관리)는 대체로 잘 갖추어져 있지 않은 것으로 인식되고 있어 선결과제에 대한 시급한 해결이 우선되어야 할 것으로 파악되었으며, 정부는 2020년까지 스마트 팩토리를 1만개를 구축하겠다는 정책보다 선행하여, 정책에 대한 홍보와 국민적 이해가 필요해 보이며, 먼저 스마트 팩토리를 구축하기 전의 관련 선결과제를 해결하기 위한 기업과 기업 간, 기업 내의 신뢰 등의 문제 및 국제적 표준에 맞는 시스템을 갖추어야 할 것으로 여겨진다.

본 연구의 앞으로의 과제는 스마트 팩토리는 이제 막 떠오르고 있는 주제여서, 선행적인 연구와 기초과학에 대한 투자가 필요해 보이며, 기술적인 부분을 제외하면 아직도 제한적인 상황이지만 스마트 팩토리 구축을 위한 선결문제의 해결을 위한, 그리고 스마트 팩토리가 한국 사회에 미칠 파장에 대한 연구도 앞으로 많이 이루어 져야 할 과제이다.

【주요어】 스마트 팩토리, 제조 혁신, 제조업3.0, 표준화, 주요국 정책

목 차

I. 서 론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위와 구성	3
II. 이론적 고찰 및 선행연구	4
2.1 제조업과 스마트 팩토리에 관한 고찰	4
2.2 혁신에 관한 고찰	17
2.3 인지도에 관한 고찰	24
III. 한국 제조업의 현황과 문제점	25
3.1 한국 제조업의 현황과 특징	25
3.2 한국 제조업의 문제점	28
3.3 한국 제조업의 주변 환경의 변화와 위험요소	31
IV. 스마트 팩토리에 관한 주요국의 제조업 정책	40
4.1 개요	40
4.2 미국	40
4.3 독일	42
4.4 일본	45
4.5 중국	46

4.6 한국	48
4.7 주요국의 정책 비교	50
V. 스마트 팩토리의 사례	52
5.1 국외 사례	52
5.2 국내 사례	55
VI. 스마트 팩토리 인식에 관한 실태분석	58
6.1 실태분석의 개요	58
6.2 연구 대상	59
6.3 실태 분석 결과	61
VII. 결 론	70
7.1 결과의 요약	72
7.2 연구의 시사점	72
7.3 연구의 한계점	74
참고문헌	75
부 록	79
ABSTRACT	84

표 목 차

[표2-1] 인더스트리4.0 추진시 해결해 야 할 과제	11
[표2-2] 스마트 팩토리 단계별 자동화, 공장운영, 비즈니스 형태	14
[표2-3] 미국 기업의 리쇼어링 추이	15
[표2-4] 국내 산업기술 유출 추이	15
[표2-5] 혁신개념의 비교	23
[표3-1] 주요국 CIP지수 순위변화	29
[표3-2] 주요국 제조업경쟁지수 순위변화	29
[표3-3] 주요 산업의 무역특화지수 추이	31
[표3-4] 주요국의 생산인구 비중(%)	32
[표3-5] 산업혁명 과정(제조업의 혁신 단계) 비교	34
[표3-6] 제조업 경쟁력 지수 순위 변동	36
[표4-1] 독일의 인더스트리4.0과 플랫폼 인더스트리4.0 전략	43
[표4-2] 한국 제조업의 혁신 패러다임 변화	49
[표4-3] [제조업 혁신 3.0] 3대 전략과 6대 과제	49
[표4-4] 주요국의 제조업 육성 정책	51
[표5-1] 주요국 선도기업의 스마트공장 추진 현황	57
[표6-1] 총 응답자 남·여 비율 및 제조업/비제조업 종사자의 업태 구분 ..	59
[표6-2] 총 응답자 남·여별, 연령별 구분	59
[표6-3] 총 응답자 남·여별, 학력별 구분	60
[표6-4] 총 응답자 남·여별, 현재 업종별 종사 기간	60
[표6-5] 총 응답자 현재 종사자의 종업원수	60
[표6-6] 제조업 혁신 3.0 전략에 대한 인식도 조사	61
[표6-7] 제조업/비제조 제조업 혁신 3.0 전략에 대한 인식도 조사	61
[표6-8] 스마트 팩토리(공장) 관련 정부 지원사업에 대한 인식도 조사 ...	62
[표6-9] 제조업/비제조 스마트 팩토리(공장)관련 정부 지원사업에 대한 인식도	62

[표6-10] '20년까지 스마트(팩토리)공장1만개 구축에 대한 인식도 조사 ·	63
[표6-11] 제조업/비제조, '20년까지 스마트(팩토리)공장1만개 구축에 대한 인식도	63
[표6-12] 스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 인식도 조사	64
[표6-13] 제조업/비제조, 스마트 팩토리(공장)가 무엇인지 인식도 조사 ·	64
[표6-14] ICT(정보통신기술)를 접목 관련 인식도 조사	65
[표6-15] 제조업/비제조업, ICT(정보통신기술)를 접목 관련 인식도 조사	65
[표6-16] 스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요한지에 관한 인식도 ...	66
[표6-17] 제조업/비제조업, 스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요한지에 관한 인식도	66
[표6-18] 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부 지원 시 스마트공장을 도입할 의향에 관한 인식도	67
[표6-19] 제조업/비제조업, 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부 지원시 스마트공장을 도입할 의향에 관한 인식도	67
[표6-20] 스마트 팩토리가 미래 청년들에게 미칠 영향에 관한 인식도 조사	68
[표6-21] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리가 미래 청년들에게 미칠 영향에 관한 인식도 조사	68
[표6-22] 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제에 인식도	69
[표6-23] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 표준화에 관한 인식도	69
[표6-24] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 안전과 보안에 관한 인식도	70
[표6-25] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 통신 인프라 정비에 관한 인식도	70
[표6-26] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 복잡한 시스템 관리에 관한 인식도	71

그림 목 차

<그림2-1> Oslo manual 4대 혁신활동	19
<그림3-1> 한국 제조업의 특징	25
<그림3-2> 제조업의 매출액 증가율 그래프	27
<그림3-3> 국내 제조업의 매출액증가율 추이	27
<그림3-4> 2010년 이후 한국, 미국, 일본 제조기업의 경영성과 추이	28
<그림3-5> 제조업의 무역특화지수 추이	30
<그림3-6> 기술 변화에 따른 산업혁명(industral Revolution)의 4단계 ...	35
<그림3-7> 글로벌 시장에서 주요국 상품 수출 비중	36
<그림3-8> 미래 IoT IOS 기반 지능형 환경	37
<그림3-9> IoT·IOS와 스마트 팩토리	37



I. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

2008년 세계적인 글로벌 금융위기 이후 비교적 제조업의 비중이 높은 국가가 강한 경제 체질을 보이고 중국 및 동남아의 인건비 상승 그리고 선진국들의 ICT(Information Communication Technology, 정보통신기술) 융합 및 스마트 팩토리의 도입으로 인한 제조업 혁신 및 제조업의 서비스가 활발이 이루어지고 ICT를 비롯한 빅데이터 AI, Iot 등 각종 기술의 발달은 해외 주요국들로 하여금 자국 내 제조업 보호 및 혁신이라는 인식의 변화를 가져 왔다. 특히 최근 몇 년 동안 저성장이 화두가 되고있고, 2016년 다보스 포럼은 이를 해결할 하나의 방법으로 '4차 산업혁명의 이해'라는 주제로 앞으로의 기술혁명이 우리가 살아 왔고 일하고 있는 삶의 방식과 미래 세대에게 어떠한 변화를 가져다줄지에 대한 논의가 이루어 졌다. 제4차 산업혁명을 선도하는 대표적인 나라를 예를 들면 미국의 산업 인터넷(Industrial Internet), 독일의 인더스트리 4.0(Industry 4.0), 일본의 로봇 전략(Robot Strategy), 중국 제조의 2025 전략 등을 들 수 있다. 이중에 특히 독일의 인더스트리 4.0(Industry 4.0)의 목표는 다양한 기술을 활용한 스마트 팩토리 구축, ICT(Information and Communications Technology, 정보통신기술), IoT(Internet Of Things, 사물인터넷)를 비롯하여 IT를 활용한 제조의 고도 자동화, 맞춤형 적량·대량생산을 실현하는 것이다.

우리나라 산업통상자원부는 2014년 6월 전국상공회의소 회장단 오찬 간담회에서 “창조 경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0전략”(산업통상자원부 보도참고자료 2014)을 발표하고, 그 핵심 과제로 스마트 팩토리를 보급과 확산을 계획하고, 2020년까지 중소 제조기업 1만개공장을 스마트화를 하겠다고 발표했고, 또한 2015년 1월 미래창조과학부 포함 5개 정부 부처는 비슷한 내용을 골자로 하는 '경제혁신 3개년 계획Ⅱ'을 대통령에게 보고하면서 스마트 팩토리를 2020년까지 1만개 보급하는 것을 재확인 했다. 정부가 추진하는 스마트 팩토리는 기존의 뿌리 산업(금형, 주조, 용접 등)¹⁾이 중심이 될 전망이고 물류 자동화와 팩토리 자동화,

팩토리 협업을 포함해서 생산 능력을 향상시키는데 초점을 맞추겠다는 계획이다. (산업통산자원부 보도참고자료 2014) 이와 더불어 최근 2015년 12월 문화체육관광부의 전체 600개 기업을 상대로 조사한 내용에서는²⁾ 스마트 팩토리에 대한 인지(알거나 들어본 경험)에는 대체로 70.0%가 긍정하고 정부의 스마트 팩토리 지원 사업에 대한 인지 여부는 70.9%, 정부지원 시 스마트 팩토리 도입의향에는 73.8%가 도입에 긍정적이라고 답하고 있으며, 만족도 조사에서는 81.3%가 만족하고, 스마트 팩토리 도입 후 수용도 및 적응도는 95.1%가 긍정적이고, 경쟁력 확보 여부는 무려 95.5%가 그렇다고 답하고 있다.

그러나 다른 나라에 비해 대기업 중심인 우리나라에서는 스마트 팩토리의 핵심 원천기술 경쟁력이 선진국에 비해 열위하고 기기, 소프트웨어 등 스마트공장 공급산업기반이 취약하다.(조운정, 2015), 스마트 팩토리 기초 기술, 하드웨어, 소프트웨어 분야 주요 기술의 경쟁력이 대부분 선진국의 70% 미만 수준(조운정, 2015)으로 스마트 팩토리 공급산업 기반이 취약하다. 특히 산업용 로봇이나 소프트웨어 분야에서는 선진국과 큰 격차를 보이고 있어 비판적인 시각도 있다. 또한 기업 간의 표준화가 이루어지지 않은 경우가 많아서 기업 간의 융합에 문제가 지적될 수 있으며 무엇보다도 많은 비용이 발생한다는 점에서 특히 환경이 열악한 중소기업의 경우에는 스마트 팩토리의 구축에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 또한 제조업 내에 또는 중소기업과 대기업간의 표준화는 잘 이루어져 있는지, 기본적으로 스마트 팩토리의 확산이 가져올 전문 인력의 양성 및 일자리 감소의 문제, 특히 청년일 자리에 대하여는 어떤 인식을 가지고 있는 지를 조사하였다.

따라서 본 논문의 연구 목적은 이런 스마트 팩토리를 통한, 제조업 혁신을 위한 각 주요국의 정책과 우리나라의 정책을 비교해 보고 스마트 팩토리에 대한 사례를 살펴봄, 또한 이 스마트 팩토리를 현장에서 구현할 제조업 종사자와, 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생 등 비제조업 종사자들을 상대로 스마트 팩토리의 인식에 관한 실태조사를 통하여 스마트 팩토리에 대하여 얼마나 인식을 하고 있는지를 살펴보았다. 또한 우리나라 제조업이 스마트 팩토리를 구현하기 위한 선결과제가 얼마나 구성되어 있다고 인식하고 있는지를 설문하는 것으로 스마트 팩토리를 통한 한국의 제조업의 혁신을 위한 정책의

1) 뿌리산업은 주조·금형·소성가공·용접·열처리·표면처리 6대 업종을 통칭하는 용어

2) 문화체육관광부 스마트공장에 대한 인식도 및 만족도 조사(월드리서치, 2015.12.) 내용 참조.

문제점은 없는지를 살펴보고, 그 시사점을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위와 구성

최근 2015년 12월 문화체육관광부는 월드리서치를 통해 스마트 팩토리 지원사업 인식도 및 만족도 조사를 실시한 적이 있다. 또한 정부는 제조업 혁신 3.0전략을 통해 2020년에 스마트 팩토리를 1만개 만들겠다고 선언하고 있다. 제조업 종사자와 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생 등 비제조업 종사자가 제조업 혁신3.0과 그 추진과제 중에 하나인 스마트 팩토리에 대하여 사업에 대한 인지여부, 정부지원 시 구축 의향, 생산성 향상 및 제조업 혁신에 미치는 영향 여부에 관한 인식 등을 조사하였다. 정부가 추진하고 있는 정책에 관한 인식 및 정부의 스마트 팩토리 지원 사업 인식을 살펴보고, 스마트 팩토리 추진 전에 선결과제에 관한 인식을 살펴보고, 시사점을 제시하고자 한다.

제1장 서론에서는 연구의 배경 및 목적, 연구의 범위와 방법을 제시하고, 제2장에서는 이론적 고찰에서 스마트 팩토리, 혁신과 인지에 대한 고찰을 해보고, 제3장 한국제조업의 현황과 문제점에서는 제조업의 개념과 한국 제조업의 현황과 특징, 한국제조업의 주변 환경의 변화와 위협요소를 알아 본 다음 한국 제조업의 문제점을 살펴 본다. 제4장에서는 스마트 팩토리와 각국제조업의 정책을 각 국가별로 알아보고 이를 비교해 보며 제5장에서는 스마트 팩토리의 성공사례를 외국사례와 국내사례를 살펴보고, 제6장에서는 스마트 팩토리에 대한 제조업에 종사자와 비제조업의 종사자를 구분하여 인식의 정도를 살펴본 다음 제7장 결론에서는 종합하여 한국의 스마트 팩토리 정책에 시사점을 찾아보기로 한다.

II. 이론적 고찰 및 선행연구

2.1 제조업과 스마트 팩토리에 관한 고찰

2.1.1 제조업의 개념

생산(production)과 제조(manufacturing)라는 용어는 산업현장에서 널리 쓰이고 있으나 특별한 의미 차이를 두지 않고, 사람들의 언어 습관에 따라 쓰이고 있는 실정이다. 따라서 생산관리, 생산 공정 또는 제조공정, 생산 지원 시스템/제조 지원 시스템 등 과 같이 각 용어들이 같은 뜻으로, 또는 현장에서 쓰이는 습관에 따라 의미 차이를 갖고 생산과 제조가 혼용되고 있다.(김용운외, 2016)

국제적으로는 생산이 제조보다 일반적 의미로 쓰인다. 제조는 공작기계와 공정 절차를 통해 원료를 가공하여 가시적 형태의 제품을 만드는 것을 말하고, 생산은 어떤 과정을 거쳐서 결과를 만들어내는 모든 행위를 말하며 결과물은 유형의 결과일 수도 있고 무형의 결과일 수도 있다. 즉, 제조는 항상 유형의 결과를 만들어 내고, 생산은 유형 또는 무형의 결과를 만들어내는 일반적 용어인 것이다. 따라서 제조 행위는 생산 과정의 결과를 항상 보일 수 있지만, 생산은 제조 행위가 없이도 이루어질 수 있다. 그러므로 생산은 산업 현장에서 어떤 업종의 사업 수단을 만드는 일반적 의미로 이해하고, 제조는 사업 수단을 실체적 형태로 만드는 행위로 구분하여야 한다.

이러한 의미 차이에서 보면 생산관리는 제조를 포함하여 최종 산물을 만드는 데에 필요한 제반 사항들을 다룬다는 점에 제조 관리보다 더 적합한 용어라고 할 수 있고, 제품이 실제 제조되는 현장의 작업 절차를 의미한다는 뜻에서 제조공정 용어가 생산 공정보다 더 적합하다고 하겠다. “생산 설비”와 “제조 지원 시스템” 용어에 대해 다음과 같이 설명하는 경우가 있다. 인터넷 Zum 학습백과에 의하면 “생산 설비는 공장 건물, 생산 기계, 공구, 자재 취급 장비, 검사 장비 등 제품 생산에 필요한 장비와 공정을 제어하는 컴퓨터시스템 등 제품 생산에 직접적으로 필요한 장비를 말한다.” 생산 공정에 따른 기계의 배치는 생산을 하는 직접적인 장비는 아니지만, 제품 생산과 직접적인 연관성이 있기 때문에 생산 설비에 포함

된다. 또한 Zum 학습백과에 의하면 “제조 지원 시스템은 생산 설비의 활동을 관리하는 사람과 절차를 말한다. 제품 생산에 필요한 공정의 결정과 생산 기계의 설계, 생산 계획과 관리, 제품 품질 검사 및 관리 등의 활동으로 제품 생산을 간접적으로 지원한다.”라고 하고 있다. 생산설비를 제조 설비라는 용어로 바꾸고 제조 지원 시스템을 생산 지원 시스템이라고 바꾸면 국제적으로 통용되는 생산과 제조 의미에 부합하는 용어라고 하겠다.

회계, 세무 용어사전에 의하면 제조업이라 함은 “제조장을 설치하고 그 제조장을 이용하여 유기적 물질 또는 무기적 물질에 물리적 작용 또는 화학적 작용을 가함으로써 새로운 생산품을 생산하여 판매하는 영업을 말한다.”³⁾ 또는 물질 또는 구성요소에 물리·화학적 작용을 가하여 투입된 원재료를 성질이 다른 새로운 제품으로 전환시키는 산업 활동을 말한다. 최근 주요 선진국들은 ‘제조업 르네상스’의 가치를 부여하고 국가 정책차원에서 제조업 혁신을 위한 다양한 정책을 펼치고 있다. 그러나 한국은 다른 주요 선진국과 비교해 볼 때 기업의 R&D 투자 비중은 높은 편이나 제조 부문의 혁신 활동은 독일, 일본보다 낮은 수준에 머물러 있는 상황이다.(이장균, 2014) 우리나라 제조업의 정의에 대하여 한국 표준산업 분류에 따르면 “단순히 상품을 선별·정리·분할·포장·재포장하는 경우 등과 같이 그 상품의 본질적 성질을 변화시키지 않는 처리활동은 제조활동으로 보지 않는다.”(한국표준산업분류, 2008) 또한 “제조업체에서 사용되는 원재료에는 농·임·수산물·광물뿐만 아니라 다른 제조업체에서 생산되는 제품(중간제품 또는 반제품)이 포함될 수 있다.”(한국표준산업분류, 2008) 라고 하고 있다.

타산업과의 관계를 비교해 보면, 한국 표준산업 분류에서는 예를 들어 에레베이터 같이 구입한 기계부품을 조립할 때에는 제조업으로 분류하고, 단, 건물조직 또는 구조물의 규격제품이나 구성부분품으로 건설현장에서 직접 조립 설치하는 산업 활동은 건설업에 분류한다. 사업체에 산업용 기계 또는 장비의 조립 및 설치를 전문적으로 행하는 산업 활동은 해당 기계 또는 장비를 제조하는 산업과 같은 항목에 분류한다.(강현철 2008). 제조업 또는 도·소매업 사업체가 기계 및 장비를 판매하는 과정에서 부수적으로 해당 기계 및 장비를 조립 또는 설치하는 경우는 그 사업체의 주된 활동에 따라 제조업 또는 도·소매업에 분류된다.(한국표준산업

3) 네이버 회계, 세무, 용어사전에서 인용

분류, 2008) 또한 각종 상품을 본질적으로 개조, 개량 또는 재생하는 산업 활동은 제조업 기계 및 장비의 전용 구성부분품, 부속품, 부착물 및 부품을 주로 조립하여 제조하는 사업체는 원칙적으로 그 구성부분품, 부속품, 부품이 사용될 기계 및 장비의 제조업과 동일한 항목에 분류한다.(한국표준산업분류, 2008) 그러나 이들의 구성부분품 및 부속품이 금속의 주조·단조·압형 및 분말야금의 방법이나 고무, 플라스틱의 사출 및 압출성형 등에 의하여 제조되는 경우는 그 재료 및 가공·성형 방법 등에 따라 각각 분류한다.(한국표준산업분류, 2008) 기계장비의 일반(범용성) 구성부분품 및 부품을 제조할 경우에는 그 제품들이 결합되어 사용되는 기계나 장비에 관계없이 이들 구성부분품 및 부품의 종류에 따라 해당 산업 영역에 분류한다.(한국표준산업분류, 2008) 재생원료 생산업은 하수·폐기물처리, 원료 재생 및 환경복원업인 서비스업으로 분류한다. 출판·인쇄 및 신문발행업은 서비스업으로 분류한다.(한국표준산업분류, 2008)

자기가 직접 생산한 농·임·수산물을 원료로 하여 직접 가공하는 경우 그 제조활동만을 별개 사업체로 분리 파악할 수 없을 때에는 농·어업으로 분류하고 제조공장 설비를 갖추고 수수료 또는 계약에 의하여 타인 또는 타사업체에서 주문 받은 특정제품을 제조하여 납품하는 경우는 "섬유 및 염색가공업", "금속열처리, 도금 및 기타 처리업", "인쇄 및 관련 서비스업"을 제외하고는 제품종류에 따라 제조업의 적합한 산업항목에 각각 분류한다.(한국표준산업분류, 2008) 연탄 및 기타 응집탄의 생산 활동은 석탄의 채굴활동과의 결합여부를 불문하고 석탄 광업에 포함하고 자기가 특정 제품을 직접 제조하지 않고, 다른 제조업체에 의뢰하여 그 제품을 제조하여, 이를 인수하여 판매하는 경우라도 다음의 4 가지 조건이 모두 충족된다면 제조업으로 분류된다.(한국표준산업분류, 2008)

첫째, 생산할 제품을 직접 기획(고안 및 디자인, 견본제작 등).

둘째, 자기계정으로 구입한 원재료를 계약사업체에 제공.

셋째, 그 제품을 자기명의로 제조.

넷째, 이를 인수하여 자기책임 하에 시장에 직접 판매하는 경우.

2.1.2 스마트 팩토리의 개요

2.1.2.1 팩토리의 개념

팩토리(Factory, 공장)란 산업직접활성화 및 공장설립에 관한 법률 제2조에 의하면 “건축물 또는 공작물, 물품제조공정을 형성하는 기계·장치 등 제조시설과 그 부대시설(이하 “제조시설 등”이라 한다)을 갖추고, 제조업을 영위하기 위한 사업장으로서 통계청장이 고시하는 표준산업분류에 의한 제조업을 말한다.” “제조업을 영위하기 위한 사업장은 통계청장이 고시하는 표준 산업분류에 의한 제조업 (“D”, 15 ~ 37)으로 한다. 다만, 석탄산업법에 의한 석탄가공업은 포함한다.” 위 동 법에서 공장의 범위는 “제조시설(물품의 가공·조립·수리시설 포함) 및 시험생산시설, 제조시설의 관리·지원, 종업원의 복지후생을 위하여 공장용지 안에 설치하는 부대시설”을 말하고 “관계법령에 의하여 설치가 의무화된 시설과 공장용지를 말한다.”

2.1.2.2 스마트 팩토리의 개념

스마트(Smart)는 생각에 기반한 결정을 자동화하고 합리화하는 것이라고 정의할 수 있으며, 이는 곧 데이터를 기반으로 한 생각이라고 말할 수 있다. 그래서 스마트란 데이터를 기반으로 한 결정으로 단순 공정 또는 공장자동화의 완성인 스마트 팩토리는 각 모듈이 독립적인 동작 제어, 판단 알고리즘 필요하다.(이대성, 2015) 모든 시스템의 시작은 현재 상황에 대한 파악, 즉 정확하고 방대한 데이터를 취합부터 하므로 IoT 센서 데이터 네트워크의 적용이 필수가 된다.(이대성, 2015)

최근 국내뿐만 아니라 글로벌적으로 이슈가 되고 있는 스마트 팩토리는 “스마트 공장”, “스마트 제조”, “디지털(Digital) 제조”, “가상 제조”, “유연생산시스템(FMS: Flexible Manufacturing System),” 컴퓨터 통합 시스템(CIM: Computer Integrated Manufacturing)”, “지능화 제조 시스템(IMS: Intelligent Manufacturing System)”등 유사 의미의 단어들이 사용되고 있어 이에 대한 개념

적인 정리와 스마트 팩토리와 관련된 산업의 구분이 필요하다.(조용주, 2016)
‘스마트 팩토리’에 대한 개념은 정의하는 사람마다 학자마다 그 개념이 조금씩 다르다. 전소현(2015)은 “스마트 팩토리는 설비와 물류자동화를 기반으로 한 공정 자동화, 공장자동화, 공장에너지 관리, 제품 개발, 협업형 정보경영체제인 공급사슬관리(SCM) 그리고 기업자원관리(ERP) 등이 ICT(정보통신기술)를 이용하여 구현된 공장을 의미한다.” 라고 하였다. ‘스마트 제조 기술 컨퍼런스 2015’에서는 “스마트 팩토리의 주된 목표는 생산시스템을 지능화·유연화·최적화·효율화하여 생산성 향상 및 생산비용 절감을 달성하고 빠르게 변하는 외부환경과 고급화하는 고객요구에 능동적으로 대응할 수 있는 제조 기업을 만드는 것이다.”라고 했다. (전소현, 2015)

또한, 다른 정의로 스마트 팩토리(Smart Factory)는 “공장의 생산설비시스템을 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬(value chain)을 기반으로 수평적 통합”이 구현되는 공장을 의미한다(조용주, 2016)는 의견도 있다. 수직적 (생산시스템) 통합은 생산의 효율화를 위한 목표를 가지고 있으며 이를 위하여 제품이 생산되는 다양한 설비에서 센서 및 디바이스를 통하여 신호를 획득하고, PLC (Programmable Logic Controller) 및 HMI (human Machine Interface)등의 제어기술을 통하여 설비의 제어를 수행하며, 생산 프로세스를 관리하기 위한 MES(Manufacturing Execution System)와 창고관리를 위한 WMS(Warehouse Management System)를 거쳐 상단의 ERP(Enterprise Resource Planning)까지 유기적으로 관리될 수 있는 개념이다. 수평적 (가치사슬) 통합은 제품을 사용하는 고객(B2B에서의 기업고객 및 B2C에서의 개인고객을 모두 포함)이 원하는 요구사항을 도출하기 위한 시장조사 및 제품기획 단계를 거쳐, 고객의 요구사항을 충족시키기 위한 제품개발 R&D (개념설계-상세설계) 단계 및 공정설계 후 제품을 생산하여 제품을 고객에게 전달하는 과정까지를 포함하고 있다.

지금까지 생산현장에서 추진했던 공장자동화의 개념은 수직적 통합으로 “Factory”와 “Manufacturing”의 범위로 볼 수 있으며 최근 다양해진 고객의 요구사항에 대응하기 위한 수평적 통합 방향은 “Smart”의 범위로 볼 수 있다. 결국 스마트 팩토리의 출현은 고객의 요구사항 변화에 따른 자연스러운 개념의 발전으

로 볼 수 있다. 고객의 다양한 요구사항에 대응하기 위해서는 생산시스템 통합과 가치사슬 통합이 유기적으로 연결되어야 한다.

수직적·수평적 통합을 유기적으로 구현하기 위해 통합(Integration), 연결(Connection), 엔드투엔드 엔지니어링(End-to-End Engineering) 관점에서 다양한 ICT기술 (하드웨어, 소프트웨어)이 적용되고 있다. IoT(Internet of Things), 빅데이터, 사이버물리시스템(CPS: Cyber Physical System)⁴⁾ 등 최신 기술의 출현으로 더욱 정교하고 세밀한 수직적·수평적 통합 구현이 가능하게 된다. 수평적 통합 지원 기술로는 제품설계 도구인 CAD/CAE 등을 포함하는 PLM 솔루션, 시제품 생산을 빠르게 지원할 수 있는 3D 프린터, 가상과 실재의 연동이 가능한 사이버물리시스템, 제조 프로세스 분석을 위한 공정 시뮬레이션 등이 포함된다.

수직적 통합 지원 기술로는 생산설비의 많은 데이터를 획득하기 위한 스마트센서와 IoT 기술, 생산현장 에너지절감 기술, 제조 데이터 분석을 위한 제조 빅데이터기술 등이 포함된다.

본 연구에서 지금까지 스마트 팩토리의 개념을 정리하면 스마트 팩토리(공장)란 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장을 말하며, 정부에서는 스마트공장의 보급과 확산을 통해 제조업의 경쟁력을 확보하고 경제 활성화를 도모하고자 지원 사업 등을 추진하고 있다.(월드리서치, 2015)

2.1.3 스마트 팩토리의 필요성

한국 제조업 침체의 원인에는 여러 가지 분석이 있지만 가장 기본적인 이유는 세계적인 경기 침체에 기인한다. 그리고 최근 들어 제조업 침체의 가장 큰 이유는 고령화에 따른 노동인력의 감소와 중국, 인도 등 신흥국 기업의 제조 기술력 발전과 국내외 인건비 상승 등이 큰 몫을 차지하고 있다. 원래 제조 산업 기술력이 다른 국가에 비해 다소 떨어졌던 중국, 인도 등의 기업들이 엄청난 규모의 생산력과 모방 기술, 기술 학습 전략으로 빠르게 발전했고, 기존의 비슷한 업종의

4)사이버물리시스템(CPS :Cyber Physical System): 일반적으로는 다양한 컴퓨터 기능들이 물리세계의 일반적인 사물들과 융합된 형태인 시스템을 의미한다. 기존의 실시간 임베디드시스템이 확장된 개념이라고 볼 수 있으며, 의료, 항공, 공장, 에너지 등에서 광범위하게 사용되는 인공지능 시스템을 모두 포함하는 시스템이라 볼 수 있다.(네이버 지식백과, 두산백과)

제조 산업에서 많은 비중을 차지하고 있던 기업들은 가격 경쟁 측면에서 뒤쳐지게 되었다. 자국의 제조 기술력이 발전함에 따라 인건비도 상승하게 되었고, 중국, 인도 등에 팩토리를 가지고 있던 기업들은 다른 지역을 알아보려 하지만 전력이나 인프라 등의 부족으로 그마저도 힘든 상황이다.

이러한 상황 속에서 해결 방안으로 나온 것이 바로, 정보통신기술(ICT, Information and Communications Technologies) 사물인터넷(IoT, internet of things) 등을 이용한 ‘스마트 팩토리’이다. 특히, ‘IoT’를 이용한 ‘스마트 팩토리’는 팩토리의 설비들과 작업자와의 실시간 커뮤니케이션이 가능한 스마트 머신, 그리고 가상현실 생산 시스템도 구축이 가능하다. 이는 IoT를 통해 데이터가 실시간으로 정보를 분석하고, 필요한 의사결정을 내리면서 동시에 최고의 생산효율을 낼 수 있기 때문이다. 또한 안전하고 쾌적한 작업 환경과 효율적인 작업을 수행할 수 있도록 도와준다. 또한 스마트 팩토리는 시뮬레이션 방식의 검수를 통하여 불필요한 생산자원과 낭비되고 있는 자원을 막을 수 있고, 공정상의 오류도 최소화하여 생산 수준을 최적으로 달성할 수 있다. 그러나 이에 선행되어야 하는 과제가 있는데 그것은 내부 공정과 공정간, 그리고 기업과 기업 간의 표준화, 안전과 보안, 통신 인프라 정비, 복잡한 시스템 관리 등이 필요하다.⁵⁾

스마트 팩토리 구축되면 운영 효율성과 생산성을 향상시킬 수 있다. 주요 선진국들은 스마트 팩토리를 국가 경쟁력 향상의 핵심 요소로 판단하고 있으며 한국 정부도 제조업 혁신 3.0을 통해 스마트 팩토리를 추진하고 있다.

스마트 팩토리 관련해서는 독일이 인더스트리 4.0 프로젝트로 오래 전부터 준비를 해왔다. 그래서 스마트 팩토리의 기본 흐름을 알기 위해서는 인더스트리 4.0을 살펴볼 필요가 있으며, 한국 실정에 맞게 적용될 제조업 혁신 3.0 역시 살펴보아야 한다.

2.1.4 스마트 팩토리 실현의 4가지 선결 과제

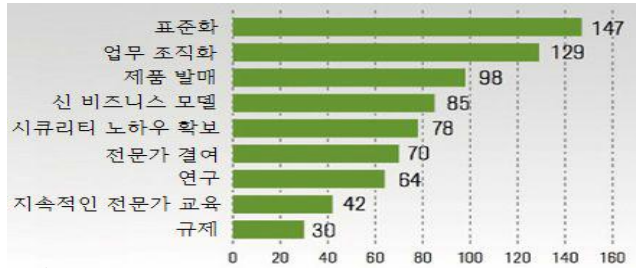
Industry 4.0 WG는 인더스트리 4.0 구현을 위한 주요 과제로 표준화, 복잡한 시스템 관리, 통신 인프라 정비, 안전과 시큐리티 등 4가지 과제를

5) Industry 4.0 WG는 2008년 국제금융위기 이후 독일은 제조업 강국을 유지하기 위해 민간 및 산학연 전문가로 구성된 모임으로 인더스트리4.0 구현을 위한 주요과제로 4개의 과제를 제시한다.

제시하였다.(이정아외, 2014) “스마트 팩토리 사례를 통하여 성공적 공장 융합 자동화 방안 도출”(정태석, 2016) 에서도 스마트 팩토리를 실현하기 위한 선결과제 또는 주요 과제로 동일한 4가지 과제를 제시하였다.

[표2-1] 인더스트리 4.0 추진시 해결해야 할 과제

*278개사 설문(복수응답)



출처 : industry 4.0 WG,

인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략(IT & Future Strategy(2014) 재인용

첫째, 표준화 : 기술의 표준화를 위한 기반을 제시해야 한다.(정태석, 2016) 제조업은 사업과정과 제조 공정의 복잡도에 의해 다양한 구성 요소들이 서로 결합되어 있으며, 스마트 제조에서는 이들이 유기적 연계를 통한 정보 전달과 가공에 의해 지능화, 효율화, 안전화, 친환경화가 이루어지고 정보의 전달과 가공이 표준을 통해 이루어져야 한다.(이정철, 2015)

스마트 제조에서는 고객의 제품 사용 습관이나 요구가 직접적으로 전달될 수 있는 통로를 제공하고 사용 후의 제품에 대한 재사용, 재활용 등까지 관리 대상에 포함함으로써 가치 사슬에 연결되어 있는 구성 주체들의 제조 생태계가 더욱 확장되며, 관련 신규 표준의 개발 및 표준화의 범위도 확장되어야 한다.(이정철, 2015).

복잡한 제조 환경에서 지능화는 여러 IT 기술들의 활용에 의한 혁신을 통해 달성 될 수 있고 제조 생태계의 지능화는 표준을 통해서만 실현가능하며 스마트 제조를 위한 표준 기반이 조성되어야 한다.(이정철, 2015) 이는 단지 국가만 주도하는 것이 아니라 산학연이 함께 참여해야 한다.(정태석, 2016) 정부가 표준화를 수립할 경우 너무 지나치게 이상적일 수 있다.(정태석, 2016). 기업만 참여할 경우 현실적이긴 하나 미래지향적이지 못할 수 있다. 학문적 접근은 이상적이지만 현

실을 제대로 반영하는데 한계가 있을 수 있다.(정태석, 2016). 따라서 산학연의 연합공동체를 형성하여 표준화를 논의하고 이끌어야 한다. 더불어 표준화를 국내 기반으로 수립하기 보다는 국제 수준에서 접근해야 한다.(정태석, 2016). 이제 많은 기업들은 내수시장만을 목표로 하지 않는다. 국내 제조업 수준이 세계 5위안에 포함되는 한국의 제조업 상황을 고려할 때 제 4차 산업혁명의 시발점이 되기 위해서는 반드시 국제 표준화를 목표로 표준화 작업에 몰입해야 한다.(정태석, 2016).

둘째, 안전과 보안 : 표준화와 관련하여 주의해야 할 사항은 보안이다. 함께 한다는 것은 유사한 기술적 표준을 사용한다는 것을 의미하기도 한다.(정태석, 2016). 표준화의 가장 무서운 적은 보안 문제이다.(정태석, 2016). 물론 보안 문제가 표준화에 의해서만 유발되는 것은 아니다.(정태석, 2016). 스마트 팩토리를 구축하게 되면 이전보다 상상할 수 없을 만큼 많은 데이터가 축적되고 분석된다.(정태석, 2016). 그 속에는 매우 민감한 데이터도 포함된다는 것은 너무나 자명하다.(정태석 2016). 이 경우 데이터가 유출되게 된다면 기업에게 더 큰 재앙으로 다가올 수 있다.(정태석 2016). 또한 외부 네트워크와 접속하면 악성SW 침입 등 사이버 공격의 위험성이 높아지므로 안전이나 시큐리티 확보가 급선무다. 따라서 기술은 표준화를 추구하되 보안은 기업별로 개인화하는 것이 더 효과적이라고 볼 수 있다.(정태석, 2016).

셋째, 통신 인프라 정비 : 스마트 팩토리의 목표는 정보통신기술과 제조업을 결합하여 제조 팩토리를 지능형 팩토리로 진화시키는 것이다. 이는 이벤트 기반 혹은 주기적으로 상위 레벨의 요청에 응답하는 기존의 제어 시스템의 구조와는 달리 디바이스 장치들이 서로 유연하게 융합될 수 있는 구조로 변경되어야 실현이 가능하다.(정태석, 2016). 즉 기기 간의 연결이 끊임없이 지속되어야 하며, 이러한 연결성은 신뢰성이 보장되어야 한다.(정태석, 2016). 따라서 산업용으로 견딜 수 있는 신뢰성 높은 통신 인프라 정비가 필수적이다.(정태석, 2016).

넷째, 복잡한 시스템 관리 : 생산계 시스템과 그 이외 시스템이 다양하게 연결

되면서 시스템 전체가 복잡해지고 어려워지므로 특별한 관리가 필요하다.(이정아 외, 2014)

2.1.5 스마트 팩토리의 단계별 구축

스마트 팩토리는 제조업의 수준과 분야에 따라서 다양한 형태로 구현이 가능하고, 기업의 현실에 맞게 스마트화를 추진할 수 있다. 팩토리의 IT기술 활용 정도 및 기업의 역량과 기술에 따라 기초단계·중간1단계·중간2단계·고도화의 4단계로 구분한다. 자동화 측면이나 공장운영 및 비즈니스 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기초수준 : 기초적인 ICT 기술을 활용하여 일부 생산 분야의 정보를 수집·활용하고, 모기업의 인프라를 활용하여 자사의 정보시스템을 구축하는 단계로 바코드·RFID⁶⁾를 기초적 물류정보 수집 수준의 자동화를 의미한다.(박병순, 2016). 공장의 운영은 공정 물류 중심의 실적관이 수준을 의미하고, 비즈니스는 Lot-Tracking을 통한 품질에 대한 이력 관리를 할 수 있는 수준이다.

둘째, 중간 수준1 : 설비 정보를 자동으로 최대한 확보하고 기업 운영에 대한 자동화를 지향하는 단계로 설비로부터 실시간으로 데이터를 수집하고 설비로부터 직접 수집된 실적 중심의 공장을 운영, 분석하며, 정보 경영을 기반으로 공장운영 등과 실시간 정보를 교류할 수 있다.

셋째, 중간 수준2 : 모기업과 공급사를 관련된 정보 및 엔지니어링 정보를 공유하며, 수급·공급 계획 최적화하고 제어자동화를 기반으로 실시간으로 회사를 운영하는 것이 가능한 단계로 설비제어가 자동화되고 실시간 의사결정 및 설비 직접제어가 가능하고, 시장과 고객의 요구에 능동적으로 대응할 수 있도록 하며 실시간 의사결정 및 통제가 가능하다.

6) RFID:극소형 칩에 상품정보를 저장하고 안테나를 달아 무선으로 데이터를 송신하는 장치(네이버 시사상식사전)

넷째, 고도화 단계 : 사물인터넷(IoT) 기반의 가상물리시스템(CPS)화를 통해서 사이버 공간에서 사업 제반 활동을 실현하는 궁극적인 수준 단계로 제어 자동화와 디지털식별이 융합된 IoT형 자동화되고 공장운영은 CPS, 빅데이터, IoT를 이용한 자가진단과 제어능력을 갖춘 지능형 생산이 가능하며, 비즈니스에서는 가치사슬 연계를 통한 실시간 고객 맞춤 서비스가 가능한 단계이다.(KSA Policy Study, 2015).

[표2-2] 스마트 팩토리 단계별 자동화, 공장운영, 비즈니스 형태

단계	자동화	공장운영	비즈니스
고도화	제어자동화 및 디지털식별이 결합된 IoT형 자동화	CPS, IoT, 빅데이터를 이용한 자가진단과 제어능력을 갖춘 지능형 생산	가치사슬 연계를 통한 실시간 고객 맞춤 서비스
중간수준 2	설비 제어 자동화	실시간 의사결정 및 설비 직접 제어	시장과 고객 요구에 능동적으로 대응한 실시간 의사결정 및 통제
중간수준 1	설비로부터 실시간 데이터 수집	설비로부터 집계된 실적 중심의 공장 운영 분석	정보경영에 기반, 공장운영 등 실시간 정보 교류
기초	바코드·RFID를 기초적 물류정보 수집 수준	공정물류 중심의 실적관리 수준	Lot-Tracking을 통한 품질 이력관리

주) 스마트 팩토리 수준별 구축 형태, 출처: 민간합동 스마트공장 추진단 홈페이지 인용.

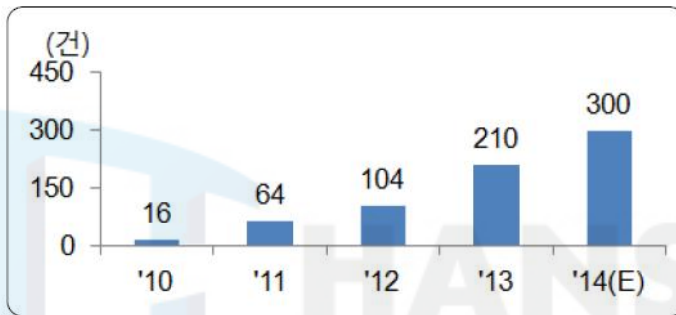
2.1.6 스마트 팩토리의 기대효과

스마트 팩토리를 단계별로 구축을 하면 다음과 같은 구축에 따른 효과가 기대된다.

첫째, 제조업의 질적 고도화로 에너지 인건비등 비용이 절감되고, 부가가치가 증가되는 등 생산성이 증가되는 양적 성장기반 마련할 수 있다. 특히, GE, 지멘스 등 해외선도기업은 스마트 팩토리 도입으로 납기의 단축, 라인의 정지시간 최소화, 불량률의 축소, 에너지 절감 등의 성과를 달성하였다. 국내에서도 스마트공장 시범사업으로 효과 입증하고 있으며, 향후 확대 적용으로 2017년까지 제조업 부가가치율과 생산성의 10% 이상 향상 기대하고 있으며 중소·중견기업 대상의 스마트 팩토리 시범사업을 통하여 생산성은 물론 품질, 비용, 매출 등에서 20~30%의 개선 효과를 창출한 것으로 나타났다.(임근난, 2016).

둘째, 스마트 팩토리를 통하여 제조업의 리쇼어링이 증가하고, 첨단산업 생산기지의 해외 이전에 기술 유출의 가능성을 막을 수 있다.(조윤정, 2015). 최근 미국, 독일 등 주요국은 스마트 팩토리를 통하여 제조업의 리쇼어링이 증가하고 있는데, 중국, 동남아의 인공 인상 등으로 생산기지 오프쇼어링⁷⁾ 필요성이 악화되고 생산기지의 해외 이전에 따른 첨단산업 기술 유출의 가능성을 막을 수 있다는 장점이 있다. 최근 국내에서도 산업기술의 유출 적발사례가 지속적으로 증가해 이해 따른 예상 피해액이 연평균 50조원(GDP의 3%)수준에 달한다.

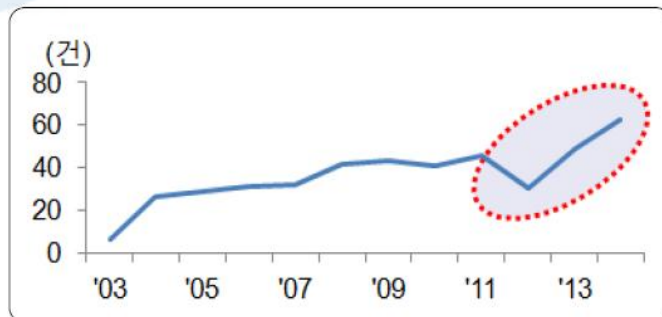
[표2-3]미국 기업의 리쇼어링 추이



출처 : A.T. Keamey('14.12)

국내 제조업 고도화 방안으로서 스마트 공장의 가능성, 조윤정(2015) 산업은행 재인용.

[표2-4]국내 산업기술 유출 추이



출처: 산업기술보호센터('14.12)

국내 제조업 고도화 방안으로서 스마트 공장의 가능성, 조윤정(2015) 산업은행 재인용.

셋째, 대·중소기업 상생 협력 기회의 장을 만들 수 있다. 국내 일부 대기업의

7) 오프쇼어링(off-Shoring)이란 생산시설을 해외로 이전하는 것을 말한다.

스마트공장 도입 효과가 충분히 발현되지 못한 주요 원인 중 하나로 협력사의 낮은 참여도가 제기되고 있으나 궁극적으로 대기업의 스마트공장 도입 효과의 극대화는 협력사 연계를 전제하므로 초연결 제조생태계 구현을 통한 대·중소기업 상생기회의 장을 만들 수 있다는 점을 들 수가 있다. 또한 스마트 팩토리의 구축은 산업단지를 중심으로 지역경제의 활성화에도 기여할 것으로 기대된다.

넷째, 소비자 맞춤형 대량생산(Mass Customization)이 확대된다. 소비자의 공유선호도가 제품주문 및 생산단계에서부터 반영이 되어 제조의 방식이나 디자인 등의 변경이 용이해 가능해 진다. 빅데이터 등으로 분석한 고객의 니즈가 분석이 되고 설비와 생산방식간의 통신이 이루어지고, 생산정보를 고객과 공유하기 위한 기술개발 및 시스템 구축이 중요해 진다.

최근에 이와 관련하여 시장의 변동성에 맞추어 시제품을 만들 수 있는 3D프린트의 기술이 발달하여 개인적 성향에 맞는 제품을 제공할 수 있는 수준까지 발전하고 있다. 최근 소비 트렌드로 이슈가 되는 가성비 제품과 더불어 개인화된 제품에 고객은 5~20%의 프리미엄을 더 지불한 의사가 있는 것으로 조사되었는데 제조원가를 낮출 경우 이윤창출과 더불어 고부가 가치를 창출할 수 있다는 장점이 있다.⁸⁾(이정아외, 2014).

다섯째, 제조업 서비스화를 통한 경쟁력을 강화할 수 있다. 제조업의 서비스화는 숙련공의 노하우를 디지털화 하거나 숙련공과 미숙련공을 원격으로 연결시켜 숙련성지식을 공유, 또는 전수하는 환경이 마련되어 숙련공의 숙련성 기술을 동영상으로 만들어 클라우드 컴퓨터에 저장하고 언제 어디서든지 지식을 공유할 수 있도록 시스템의 구축이 가능하다.(황종성, 2014) 또한 가상·증강현실 기술의 발달로 구글 글라스나 모바일 기기를 통해 손쉽게 현장교육이 가능해져 장거리 생산현장에 갈 필요 없이 원격교육 및 원격보수가 가능해진 것이다.(이정아외, 2014). 설비 교체를 통한 공장 업그레이드가 아니라, 설비기능을 상시 모니터링하고 설비에 탑재된 SW 앱을 업그레이드 할 수 있는 앱스토어를 구축한다.(이정아외, 2014). 스마트 팩토리에서는 앱스토어에 저장된 앱을 이용해 실시간 설비 모

8) 한국정보화진흥원, IT&Future Strategy(2호,) page 18에서 이정아외는 4가지의 기대효과에 대하여 설명하고 있음.

니터링, 장비 원격제어, 생산 설비의 SW를 빠르고 쉽게 할 수 있고 원격갱신도 가능하다.(이정아외, 2014). 글로벌 시장에서 고객 lock-In 효과와 함께 고객과 중장기적 신뢰관계 구축(이정아외, 2014)의 효과가 있다. 숙련공 원격교육과 증강 현실을 활용한 미숙련공 교육, 고객사 설비 상시 모니터링과 스마트 팩토리를 위한 앱스토어가 여기에 속한다.

2.2 혁신에 관한 고찰

2.2.1. 혁신의 개념

이은지(2011)에 의하면 ‘혁신(innovation)’이라는 용어는 라틴어 innovare,에서 나온 용어로 ‘새로운 것을 만든다(to make something new)’를 의미한다.(조우진, 2011). 국내 HRD용어 사전에 의하면 혁신(innovation)이란 “기술의 진보 및 개혁이 경제에 도입되어 생기는 경제 구조의 변화로 신상품의 생산, 신생산방법의 도입, 신시장의 개척, 신자원의 획득 및 이용, 그 리고 신조직 달성 등에 의하여 생산요소를 신결합하는 것”(한국기업교육학회, 2010)으로 정의한다. 그러나 혁신의 개념은 학자마다 자르고, 혁신을 바라보고 수행하는 기관의 필요에 따라서 다양한 의미로 사용되고 있다. 혁신 이론의 창시자로 알려져 있는 Schumpeter(1934)는 혁신을 새로운 결합으로서 시장의 균형을 창조적으로 파괴하는 변화(creative destruction)로 정의 하였다(정광열, 2008). Thompson(1965)은 혁신을 새로운 프로세스, 제품 혹은 서비스를 조직에서 최초로 생성·수용·수행하는 과정이라고 정의하고 있고, Cummings와 O’Connell(1978)은 혁신이 조직 변화라고 하는 광의의 범주에 포함된다고 보았다.(정광열, 2008) 또한 VanDeVen(1986)은 거대 조직의 혁신과 기업가적 행동문제를 다루면서 혁신을 주어진 제도적 환경 내에서 타인과 거래에 참여하는 사람들에 의해 새로운 아이디어가 개발되거나 채워지는 것으로 정의하였다.(김용쾌, 2006) 그리고 Drucker(2006)는 Peter F. Drucker 「on Innovation」 저서에서 혁신은 기존의 자원(Resources)이 부를 창출하도록 새로운 능력을 부여하는 활동으로 정의를 하였다.(정광열, 2008). 이는 혁신을 기업의 활동으로 파악하고자 하는 것이라 할 수

있다.(김용쾌, 2016). 이처럼 혁신은 협의의 개념이 아니며, 기술의 혁신·제품의 혁신·공정의 혁신·조직의 혁신·의식 개혁 등을 모두 포함하는 광의의 개념으로 이해해야 하는 것이다.(김용쾌, 2016).

한편 고시철(1998)은 혁신이란 기업이 경영활동을 통하여 새로운 지식의 창조와 지식을 활용함으로써 스스로의 존속과 발전을 위해 근본적인 변화를 추구하는 것,또는 환경이 창출하는 기회와 위협을 적절히 활용함으로써 지속적인 고도성장을 하는 초일류 기업이 되기 위해 요구되는 새로운 발상·방법 및 시스템을 채택하여 전사차원에서 구체적으로 변화를 추구하는 것이라고 하였다.(정광열, 2008).

결국 혁신(Innovation)이란 새로운 제품·서비스 또는 비즈니스 시스템(BusinessSystem)을 성공적으로 개발하고 상업화하는 과정을 의미한다.(김유성, 2002). 혁신은 기술혁신에만 국한되지 않고 생산 공정의 혁신·새로운 시장의 창조·조직혁신 등 다양한 형태를 취할 수 있다.(정광열, 2008). 오늘날 혁신은 대부분의 산업에 있어서 경쟁우위의 원천이며, 산업의 구조적 변화를 결정하는 동인이다.(김유성, 2002). Schumpeter가 혁신을 ‘창조적 파괴의 과정’라고 한 것은 새로운 기술, 새로운 제품, 새로운 유통망 등이 기업성장을 촉진하는 창조적인 힘으로 작용할 뿐 아니라 기존 기업들의 경쟁우위를 무용지물로 만들 수 있는 무서운 존재가 될 수 있다는 것이기 때문이다.

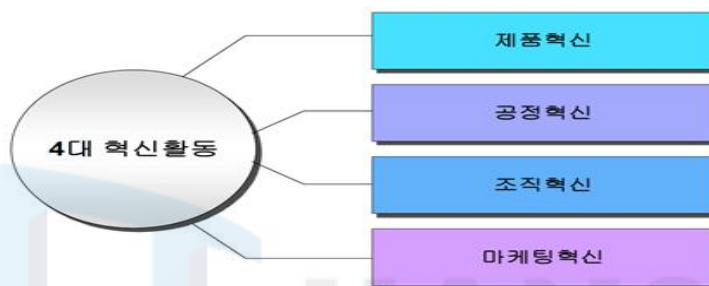
2.2.2 혁신의 유형

기업의 혁신에 있어서 유형을 살펴보면, Schumpeter(1943)는 혁신내용을 새로운 상품의 도입(theintroductionof a new goods), 새로운 제조방법의 도입(the opening of a new method of production), 새로운 시장의 개척(the opening of a new market), 원료 및 반제품 공급원의 확보(the conquest of a new sources of raw material of halfmanufactured goods), 새로운 조직의 수행(the carrying out of the new organization of any industry) 등으로 구분했다.(조용현외, 2015). Wenerflet는 조직에 의해 수행되는 네 가지 활동에 기초하여 혁신을 생상품 혹은 서비스(Products orservices innovation)의 혁신, 생산과정의 혁신(Production process innovation), 조직구조의 혁신(Organizational innovation),

및 마케팅 혁신(Marketing innovation)으로 분류하였다.(박영일, 2015).

또한, Oslo manual 제3판(2005)에서는 혁신의 유형을 제조기업의 혁신활동을 중심으로 혁신의 유형을 아래와 <그림2-1>과 같이 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신 등 4가지로 구분하고 있다. 또한 이에 관련된 활동을 제품혁신활동, 공정혁신활동, 조직혁신활동, 마케팅혁신활동의 4대 혁신활동으로 구분했다.(박영일, 2015).

<그림2-1> Oslo manual⁹⁾ 4대 혁신활동



<4대 혁신활동>

제품혁신활동은 제품혁신의 실질적 수행과 관련된 모든 활동을 의미하며, 외부 지식 및 기술도입, 외부기계 장비 및 자본재구입, 그리고 기타 준비 활동으로 분류한다.(하태정외, 2010). 공정혁신활동은 공정혁신의 실질적인 실행과 관련된 모든 활동으로 외부지식 및 기술도입, 외부기계장비 및 자본재구입, 그리고 기타준비활동으로 구분한다.(하태정외, 2010). 조직혁신활동은 새로운 조직운영방식의 실질적인 실행과 관련된 모든 활동으로 외부지식 및 기술도입, 외부기계 및 장비도입, 직무훈련들이 포함된다.(하태정외, 2010). 마케팅혁신활동은 새로운 마케팅 기법이 실질적인 실행과 관련된 모든 활동으로 마케팅혁신 관련 외부지식 및 기술도입, 외부기계 및 장비도입, 혁신관련기획 및 직무훈련 등이 포함된다.(하태정외, 2010).

제품혁신(Product Innovation)은 제품의 본질적인 특성이나 기술적 사항, 장착

9) 1992년 OECD(경제협력개발기구)에서 세계에서 매뉴얼이 잘 갖추어져 있기로 이름난 노르웨이 오슬로에서 중소기업의 기술혁신 가이드 라인인 '오슬로 매뉴얼'을 발표.

된 소프트웨어, 또는 사용자 친화성 및 용도측면에서 새롭게나 획기적으로 개선된 제품/서비스를 도입하여 시장에 출시하고 회사에 매출에 영향을 준 경우를 의미한다(OECD, 2005,).(박영일 2015 재인용). 여기서 상품이라 함은 재화(goods)와 용역(services)을 모두 포함하는 의미이며, 제품혁신을 위해서는 새로운 지식이나 기술이 필요하거나, 기존 지식이나 기술들을 새롭게 결합하는 등의 방법이 필요하다.(OECD, 2005). 따라서 상당한 변화를 수반하지 않는 변화, 그리고 참신한(novelty)이 없는 변화는 제품혁신이라고 할 수 없다.(OECD, 2005).

제품혁신은 혁신성과에 대한 제품혁신의 구성, 시장최초 여부 및 매출기여도에 대한 정보와 혁신주체, 혁신협력, 혁신효과, 혁신보호방법, 그리고 제품혁신 저해요인에 대한 정보를 수집한다.(하태정외, 2010). 그 외에 수요업체의 역할, 혁신소요기간, 지식수명에 대한 정보도 포함한다.(박영일, 2015).

공정혁신(Process Innovation)은 생산공정과 납품 및 유통 등 물류방식에서 완전히 새로운 방식 혹은 크게 개선된 방식을 실제운영에 적용하여 생산 및 물류비용의 절감, 품질향상 등에 영향을 준 경우를 의미한다.(하태정외, 2010).

생산공정 측면에서는 생산기법, 생산 자동화 설비나 통합된 프로세스 도입 등을 포함하며, 물류방식에서는 제품 배송에 바코드, RFID 도입을 통하여 보다 유연성을 가지거나 재고관리 역량이 향상된 경우 등을 포함한다.(박영일, 2015). 그 외에 구매 및 회계 등의 IT기술도입 등을 통한 지원방식도 포함한다. 그러나 조직이나 관리방식의 변화는 공정혁신 범주에서 제외된다.(김현호외, 2008).

공정혁신은 혁신성과에 대한 공정혁신의 구성, 산업최초 여부 및 비용절감효과에 대한 정보와 혁신주체, 혁신협력, 혁신효과, 혁신보호방법, 그리고 혁신 저해요인에 대한 정보를 수집한다.(하태정외, 2010). 그 외에 혁신외부판매 여부, 혁신소요기간, 지식수명에 대한 정보도 포함한다.(박영일, 2015).

조직혁신(Organization Innovation)은 조직의 기업역량 향상 및 업무흐름의 효율성 개선을 위하여 기존 방식에 비해 새로운 업무수행, 지식관리, 업무유연성 강화, 그리고 외부조직과의 관계개선 등 기업내부에 새로운 조직운영 방식을 도입한 경우를 의미한다.(조용현외, 2015). 예를 들어 학습방식이나 지식공유방식에 있어서 획기적인 변화를 도입했거나, 6 시그마처럼 생산관리나 공급관리에 있어서 획기적인 변화를 도입한 경우, 업무유연성 및 부서 간 통합성 변화를 위해 새

로운 작업팀제를 도입하거나 업무권한을 하부로 크게 이전하는 경우, 특정기능이나 부서를 아웃소싱하거나 공급업체나 수요업체, 공공기관과의 협력관계를 획기적으로 개선한 경우를 포함한다.(하태정외 2010). 조직혁신은 혁신구성과 비용절감효과를 나타내는 혁신성과 정보와 혁신주체, 혁신협력, 혁신효과, 그리고 혁신미완성 여부와 저해요인에 대한 정보를 말한다.(하태정외, 2010).

마케팅혁신(Marketing Innovation)은 제품의 매력과 소비자 인지도를 높이기 위해 제품 디자인이나 포장, 제품촉진, 제품배치, 제품가격 등 판매 및 마케팅 방식에 있어서 기존 방식과 비해 커다란 변화를 도입한 경우를 의미한다(박혜수, 2012). 제품촉진에는 신규브랜드 출시, 신개념의 광고매체 및 홍보전략 활용이 포함되며, 제품배치에는 제품 진열방식 또는 신규 판매채널 등의 판매전략 활용이 포함된다.(하태정외, 2010). 마케팅혁신은 혁신구성과 비용절감효과를 나타내는 혁신성과 정보와 혁신주체, 혁신협력, 혁신효과, 그리고 혁신미완성 여부와 저해요인에 대한 정보를 말한다.(박영일, 2015).

앞에서 살펴본 바와 같이 혁신의 유형은 크게 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신으로 구분하고 이런 다양한 혁신의 유형은 기업의 생산성이나 연구개발 활동 등 전반적인 기업의 형태와 업종으로 분류되어 기업에서 필요한 혁신활동이 다르기 때문에 나타나는 현상으로 보인다.(박영일, 2015).

기술혁신 활동과 기업의 성과가 양의 상관관계를 가진다는 연구로는 Tubbs(2007), Foster(2003), Eberhart et al(2004)의 연구를 들 수 있다.(김철수, 2011). Tubbs(2007)는 영국 주요 기업 800개와 글로벌 기업 1,250개를 대상으로 분석한 결과, 기술혁신과 기업성과 간에는 유의한 양의 관계가 있다는 것을 보였다.(김철수, 2011). Foster(2003)는 글로벌 기업 1,200개를 대상으로 분석한 결과, 업종 대표기업들은 경기침체 기간 동안에도 기술혁신 투자를 22%증가시켰으며, 그 결과 경쟁사보다 더 높은 기업성과를 거두었다고 주장하였다.(김철수, 2011). Eberhart et al(2004)은 1951년부터 2001년까지 52년간 8,313개 기업을 대상으로 분석한 결과, 기술혁신 투자를 크게 증가시킨 기업의 경우 기술혁신 투자 5년 동안 영업이익뿐만 아니라 비정상 초과주식 수익률(abnormal stock returns) 또한 크게 높게 나타났다.(김철수, 2011).

반면에, 기술혁신과 기업의 성과 간에 음의 상관관계를 가진다는 연구 결과도

많이 발표되었다.(박영일, 2015) 대표적으로 Coombs and Biely(2006), 장성근 등(2009), 양동우, 박경주(2006)을 들 수 있다. Coombs and Bierly(2006)는 기술혁신과 매출액 수익률(ROS: Return On Sales), 자산수익률(ROA: Return On Assets)간의 관계는 유의적인 음의 관계를 가짐을 보였다.(박영일, 2015). 장성근 등(2009)은 우리나라의 R&D 연구소를 보유한 175개 기업을 표본으로 실증한 결과, 기술혁신 투자와 기업성과 간에는 음의 유의적인 관계가 있는 것으로 나타났다.(박영일, 2015). 양동우, 박경주(2006)는 우리나라 상장기업 311개를 표본으로 실증한 결과, 기술혁신 비용과 영업이익이 유의한 음의 상관관계를 가짐을 보였다.(박영일, 2015).

김영배와 하성욱(2005)은 국내전자부품 중소기업 80개 업체를 대상으로 혁신활동과 성과간의 관계를 살펴보았다.(이도명, 2012). 이들의 연구에서는 활용적 혁신활동은 매출이익률과 역의 U자형 관계를 가지고, 탐색적 혁신활동은 매출액성장율과 역의 U자형 관계를 가지고 있음을 보고하였다.(이도명, 2012). 이러한 분석결과는 활용적 혁신활동이 영향을 주는 경영성과 지표와 탐색적 혁신활동이 영향을 주는 경영성과 지표가 다르다는 것을 보여주고 있다.(이도명, 2011). 즉 기존의 확실성을 추구하는 활용적 혁신활동은 매출액 성장률에는 영향을 주지 않고 기존 사업의 효율성인 영업이익률을 향상시켰다.(박영일, 2015) 반면에 새로운 가능성을 추구하는 탐색적 혁신활동은 영업이익률에는 영향을 주지 않고 새로운 사업의 창출 즉, 매출액 성장률을 증가시켰다.(이도명, 2011). 결론적으로 활용적 혁신활동과 탐색적 혁신활동은 매출액 성장률과 영업이익률을 동시에 향상시키기 어려운 상충관계(trade-off)를 가진다는 것을 보여준다.(이도명, 2011). 또한 두 가지 혁신활동들이 경영성과와 역의 U자형 관계를 가진다는 것을 보고함으로써 두 가지 혁신활동이 일정수준까지 증가할 때 까지는 경영성과에 정의 영향을 주지만 일정수준을 넘어서게 되면 추가적인 각각의 혁신활동들은 오히려 경영성과에 부정적인 영향을 줄 것이라는 것을 보여주고 있다.(이도명, 2011).

[표2-5] 혁신개념의 비교

혁신의 종류		발생장소	혁신의 개념	예
기술혁신	공정혁신	-생산공정	생산효율성을 높이기 위하여 작업방법, 장비, 작업흐름에 새로운 변화를 도입하여 실용화한 것	20세기 초 Ford 자동차의 주문생산방식에서 대량생산방식
	제품혁신	-제품이나 서비스	새로운 제품 혹은 서비스를 개발하거나 혹은 기존의 제품 서비스를 개선하는 것	Apple 사의 PC 개발
관리혁신		-조직구조 -절차나 관리방식 -정보통제시스템	조직구조나 절차 등과 같은 조직의 사회시스템에 새로운 아이디어를 도입하여 실용화한 것	삼성전자의 종래적 과정, 부장제도의 폐지와 팀 제도의 도입
인적자원의 혁신		-조직구성원	종업원의 태도나 가치, 업무 능력 등에 있어서의 변화를 야기할 수 있도록 새로운 아이디어를 도입하여 실용화한 것	조직개발 프로그램 사내 대학 개설

출처: 제조기업의 혁신 방향과 실행모형에 관한 연구. 정광열, 명지대학교, 2007. 인용.

또한 정광열(2007)은 “제조업의 혁신 방향과 실행모형에 관한 연구”에서 혁신의 개념들을 모아 [표2-5] 혁신 개념의 비교와 같이 혁신의 개념을 정리하였다.

최근 정부의 육성 정책이나 기업 중심으로 도입되는 스마트 팩토리의 궁극적인 성과는 기업의 생산성 향상과 경쟁력 제고 차원에서 이루어지는 것이다. 이것은 개별 기업의 입장에서는 기술혁신의 차원에서 이루어 질수도 있고 제조공정 전반에서의 혁신활동에서 기인할 수도 있다. 민간 합동 스마트 팩토리 지원단의 스마트 팩토리의 세부 지표 효과를 평가하는 항목에 의하면 생산성 향상, 품질 향상, 비용 절감 및 매출증가를 중점으로 하고 있다. 결국 제조업의 혁신은 스마트 팩토리가 생산성 향상, 품질 향상, 비용 절감 및 매출증가 등에 의한 혁신임을 감안하고, 기술의 혁신의 개념 범주에 속하는 제품의 혁신 공정의 혁신과 혁신활동의 범주에 속하는 조직혁신과 마케팅 혁신의 조화가 필요하다.

2.3 인식도에 관한 고찰

위키백과 사전에 의하면 “인식(認識, Cognition)은 대상을 아는 일이다. 객관적 실재의 의식으로부터의 반영이다.”라고 하고 있다. 국어사전에는 “사물을 분별하고 판단하여 앎, [같은 말]인지(認知), 자극을 받아들이고, 저장하고, 인출하는 일련의 정신 과정”으로 정의하고 있다. 또한 “인식은 인간의 실천에서 시작되며, 실천을 통해서 처음으로 감각적 직관에 의한 직접적·개별적·구체적인 감성적 인식이 형성된다.” 비슷하게 때로는 다르게 쓰이는 용어가 인지(認知)라는 말이 있다. 국어사전에서 인지(認知)란 어떤 사실을 인정하여 앎이라고 하고 있다. 인식(認識)과 인지(認知)는 우리나라 말과 한자어로 풀이하면 비슷해 보이고 구분을 하지 않는 경우도 있으나 엄밀히 표현하여 영어 표현하면 인식은 ‘Understand’의 개념이고, 인지는 ‘Know’의 개념으로 분명한 차이는 있다.

또한, 국어사전에 의하면 “인지도란 어떤 사람이나 물건을 알아보는 정도”를 의미하고, 네이버 지식백과에 의하면 “인지도(認知圖, Cognitive Map)란 인간이 가지고 있는 지식·정보의 의미 있는 결합체, 또는 어떤 행동을 했을 때 어떤 결과가 나오리라는 것을 마음속으로 미리 그려보는 내적 지도를 칭한다. 이는 보통 자신의 상황, 환경, 또는 경험에 의해 형성된다.”(HRD용어사전,2010) 라고 하고 있다. 그러나 본 연구에서는 인지와 인식을 세부적으로 구분하지 않고, 인지도와 인식도 또한 동일한 개념으로 본다.

어떤 정책이든 제도이든 간에 관련된 산업에 종사자가 인식을 하느냐 하지 않느냐하는 부분은 아주 중요하다고 하겠다. 특히 ‘제4차 산업혁명’이라고 지칭이 되면서 그 안에 세부항목의 성격으로 이루어지는 스마트 팩토리에 대한 예측은 제조업에 종사자뿐만 아니라 많은 부분에서의 변화를 예견하고 있다. 직업의 변화 등 사회적인 변화뿐만 아니라 스마트 팩토리의 단계별 진화는 결국 인력감소로 이어지기 때문에 무엇보다 제조업의 종사자나 비제조업의 종사자, 특히 경영지도사나 컨설팅을 공부하는 자라면 더욱더 인식해야 하는 것이다. 그래서 한국 제조업 3.0 정책에 대한 인지도를 알아보는 것은 중요하다 하겠다.

III. 한국 제조업의 현황과 문제점

3.1 한국 제조업의 현황 및 특징

3.1.1 한국 제조업 현황의 개요

본 연구의 선행연구를 통하여 스마트 팩토리와 인식도 그리고 혁신에 대하여 살펴보았다. 이번 장에서는 그렇다면 왜 스마트 팩토리가 한국에 필요한지를 설명하기 위하여 한국 제조업의 현황과 문제점을 설명하고자 한다.

제조업은 우리나라 경제 발전을 가져온 성장 동력으로서 국가 경제에 미치는 영향이 매우 커서 제조업의 경쟁력이 매우 중요하다. 특히, 외환 위기를 거치면서 제조업은 국민총생산(GDP) 대비 부가가치 비중이 31.1%까지 확대되면서 국가 경제에 미치는 비중이 세계에서 가장 높다. 또한 산출액 내 제조업 비중, 고용에서의 제조업 비중 등에서도 OECD 국가 내에서 높은 수준을 보이고 있다.

<그림 3-1> 한국 제조업의 특징



출처: 한국제조업 First Mover 전략, 포스코 경영연구원, 2015 .4.29. 인용.

1960년대에는 노동집약적 경공업 중심으로 수출주도형에서 1970년대 중화학공업화를 추진한 이후 중화학공업 비중 지속적으로 증가를 하여 철강, 석유화학 등

장치산업이 외국기술과 설비 등의 도입으로 제조업이 급속히 지속 성장하여 경제 성장을 견인하였다. 그 이후 자동차, 반도체 등이 주력산업으로 성장하였고 최근에는 ICT산업이 크게 성장(이세중 2014)하고 있다. 우리나라는 원유 등 자원이 비교적 없는 것과 더불어 다른 나라와 다르게 제조업의 비중이 세계적으로 높다. 2001년 이후에도 우리나라 제조업은 경제성장률을 상회하며 경제성장 견인하고 있으며, 2010년 이후에는 제조업의 성장기여도는 하락하고 있지만 여전히 30% 이상을 유지하고 있다. 한국 제조업은 중화학공업제품 수출 의존적 산업구조로 국내총생산 대비 상품수출의 비율이 높고 상승 추세에 있으며 이중 공산품의 비중이 2013년에는 97.8%로 대부분을 차지했다.

산업은행경제연구소(2014)에 따르면 “최근 제조업의 최종의 수요 중 수출의 비중은 2011년 23.8%에서 2005년 25.9%, 2012년 29.6%로 지속적으로 증가하였으며 주력 제조업일수록 수출 2000년 27.5(%) 에서 2005년 30.3(%) 그리고 2012년에는 34.1(%)으로 늘어 비중이 더욱 높게 나타났다.” “1990년까지는 의류나 직물 등과 같은 경공업제품의 수출이 높은 반면 1990년대 이후에는 자동차, 반도체 등의 중화학공업제품의 비중이 크게 증가하였다.”

한국은 수출중심의 구조로 인해 대외환경은 제조업 생산증가율에 큰 영향을 미치게 되는데, 제조업 생산증가율이 높을 때에는 대외 경제 환경이 우호적이었으나, 2012년 이후에는 세계 경제성장률이 둔화되고 급속히 저성장의 시대가 도래하면서 제조업 생산이 둔화되고 회복이 지연되는 등 많은 어려움을 겪고 있다.

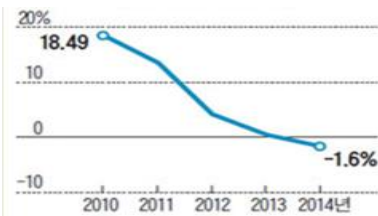
수출에 있어서는 한국이 주력으로 수출하고 있는 공산품의 수출시장구성은 2013년 통계청 자료에 따르면 “중국 26.1%, 미국 11.1%, EU 8.7%”로 수출지역이 중국, 미국, EU 등에 편중되어 해당 국가의 경기변동에 상황에 따라 수출이 크게 영향을 받고 있다.

3.1.2 한국 제조업 경영성과 추이

국내 제조업 성장성 및 수익성에 대하여 2015년 한국은행 자료를 기준으로 살펴보면 제조업의 성장성의 지표인 매출액증가율은 통계를 작성하기 시작한 1961년 이래 2010년 18.5%, 2012년 4.2%, 2013년 0.5%로, 2011년 이후 지속

하락하고 있고, 2014년에는-1.6%로 마이너스를 기록하였으며 영업이익으로 이자
 조차 지급하지 못하는 기업의 비율이 32.1%를 기록하여 가장 높은 수준을 보였
 다. 상장기업을 기준으로 살펴봐도 2013년 0.7%, 2014년 2Q 기준 -4.2%로
 낮아 졌으며 2012년 ~2013년 중에서는 IT업종을 제외한 주력 제조업의 매출액
 이 감소한 것으로 나타났다.

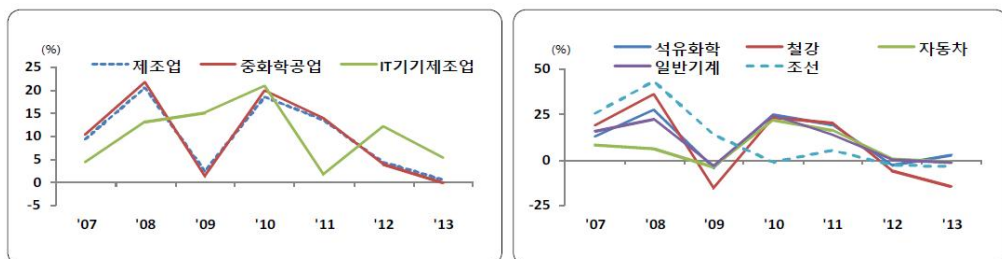
<그림3-2>제조업의 매출액 증가율 그래프



출처: ChusunBiZ.com 2015.10.28.일자.

또한 제조업 수익성도 2011년 이후 하락 추세로 수익성을 알아보는 매출액영
 업이익률을 전체 업종별 연도별로 비교해 보면 2010년 6.7%에서 2012년 5.1%,
 2013년에는 5.3% 이었다. 매출액영업이익을 상장기업 기준으로 비교해 보더라도
 2013년 5.7%, 2014년 2Q 기준 으로 5.0%를 나타내어 IT산업을 제외한 주요 산
 업의 영업이익률이 전반적으로 하락하는 가운데 석유화학과 현재 구조조정이 진
 행 중인 철강, 조선 등이 더 큰 폭 하락하고 있음을 나타냈다.

<그림3-3> 국내 제조업의 매출액증가율 추이



출처: 한국은행, 기업경영분석

산업은행경제연구소(2014)재인용.

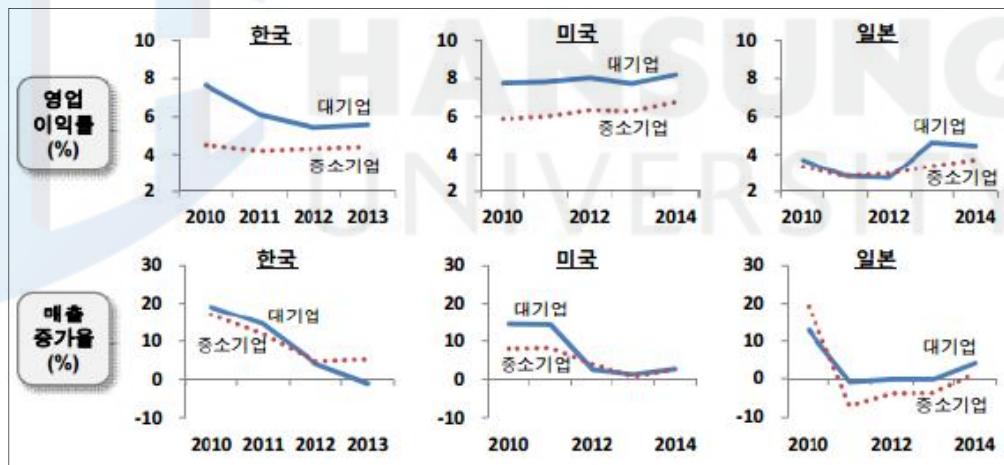
출처: 한국은행, 기업경영분석

3.2. 한국 제조업의 문제점

선행연구를 통하여 한국 제조업의 문제점을 분석한 결과 다음과 같은 특징이 있다.

첫째, 원가 상승 및 대외 환경변화로 기존의 대기업 및 수출 산업 중심의 제조업성장 방식은 한계에 다다르며 경영성고가 하락하고 있다.(고재진외, 2015). 국내 제조 기업의 경영성고는 2010년부터 급격하게 하락한 반면, 미국과 일본 기업은 상승세로 돌아섰다.(고재진외, 2015). 그러나 <그림3-3>와 같이 한국 경제를 받쳐 왔던 국내 제조 대기업의 경영실적의 악화는 미래 경쟁력을 위한 필수적인 연구개발과 설비투자에 대한 여력이 약해지면서 실적악화로 이어지고 투자부진 다시 경쟁력 약화, 경영실적 악화의 악순환에 직면해 있다.

<그림3-4> 2010년 이후 한국, 미국, 일본 제조기업의 경영성과 추이



출처 : 한국제조기업 경영성과 수준의 국제 비교, LG경제연구소(2014),

스마트 공장 현황 및 시사점 고재진외(2015) 재인용

특히, 2008년 외환위기 직후 2010년까지 17.2% 상승했던 제조업의 실질성률은 2014년 4분기 2.4%까지 하락하였다.

UN공업개발기구(UNIDO)¹⁰⁾의 소비자물가지수(CIP)지수에 의하면 국제 순위는

10) UN공업개발기구(UNIDO): 개발도상국과 체제전환기 국가들의 지속적인 공업개발을 위한 해결책을 제 공함으로써 인류의 생활수준을 향상시키고 번영을 증진함을 목적으로 한다.(네이버 지식백과)

2000년 12위에서 2005년 4위로 상승하였으며 이후 2010년까지 4위를 유지하고 있으나 이러한 소비자물가지수(CIP) 상승으로 나타나는 2000년대 한국 제조업의 경쟁력 상승은 동기간의 수출이 호조였다는 추론이 가능하다. 그러나 최근 한국의 대외 제조업의 국제경쟁력 약화가 우려되는 가운데 Deloitte 및 미국경쟁력위원회 조사 결과에 의하면 한국의 제조업경쟁력지수¹¹⁾는 2013년 하락하였고, 향후 계속적인 하락이 예상되고 있다.

2012년 이후 제조업 수출이 둔화됐으며, 특히 자동차, 석유화학, 철강, 조선 등 비IT제조업이 큰폭으로 둔화현상을 이어가고 있다.(이세중, 2014).

[표3-1] 주요국 CIP 지수 순위변화

(단위 : 위)

	'00	'05	'10
한국	12	4	4
일본	1	1	1
독일	3	2	2
미국	2	3	3
중국	23	18	7

출처: UNIDO, "Competitive Industrial Deloitte 및 미국경쟁력위원회, "Global Performance Report 2012/2013" 산업은행경제연구소(2014) 재인용.

[표3-2]주요국 제조업경쟁지수 순위변화

(단위 : 위)

	'10	'13	'18(F)
한국	3	5	6
일본	6	10	12
독일	8	2	4
미국	4	3	5
중국	1	1	1

출처: Deloitte 및 미국경쟁력위원회, "Global Manufacturing Competitiveness Index" 2010년 및 2013년호, 산업은행경제연구소(2014) 재인용.

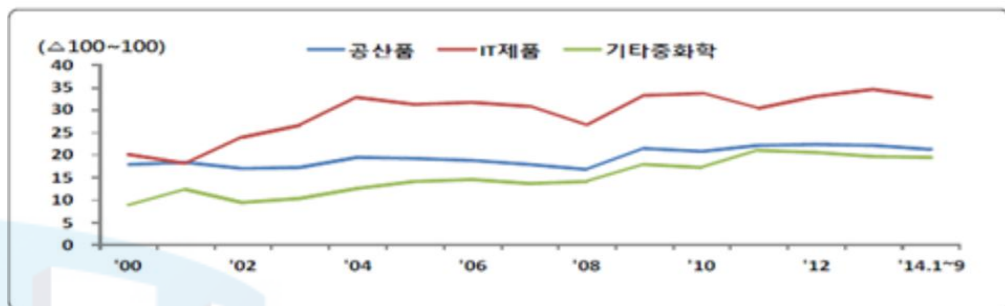
한국무역협회에서 제시한 무역특화지수¹²⁾를 보면 2012년 이후 제조업의 무역

11) Deloitte 및 미국경쟁력위원회가 전세계 CEO를 상대로 조사한 내용을 바탕으로 측정하는 지수임.

12) 한국의 무역실적을 사용하여 측정되는 경쟁력지표

특화지수가 소폭 하락하고 있으며, 특히 비IT제조업의 무역특화지수는 뚜렷이 하락하고 있다.(이세중, 2014). 업종별로는 자동차, 통신기기, 철강 등 주력산업의 무역특화 지수가 하락 하고 있고 특히, 무선통신기기는 '2014년1월~9월 중 큰 폭 하락하였고, 최근 S사 핸드폰의 불량 사태로 무선통신기기는 더욱 더 수출의 중대한 위기를 맞은 상황이다.

<그림3-5> 제조업의 무역특화지수 추이



출처: 한국무역협회, 산업은행경제연구소(2014) 재인용.

둘째, 주요 선진국들이 제조업의 중요성을 인식하면서 제조업에 대한 자국의 리쇼어링을 위한 노력을 계속하고 있고, 중국·인도 등의 중진국은 빠른 속도로 우리나라의 기술수준을 따라 오고 있다.

셋째, 우리나라도 독일, 일본 등 주요 선진국처럼 고령화 사회에 접어들고 있으며 더불어 '저성장'이라는 악재까지 겹쳐 있는 상황이다. 결국 이런 세계적인 고령화와 저성장속의 제조업의 경쟁 상황이 '제4차 산업혁명' '인더스트리 4.0' '스마트 팩토리'라는 새로운 제조 혁신의 방법을 찾게 되었다.

넷째, 우리나라는 최근까지 양적투입 위주의 제조업 성장 방식이었다. 이러한 방식은 중국 등의 신흥국에 밀려 날 수밖에 없는 구조이다. 제조업의 성장성과 수익성이 떨어지고 IT를 제외한 주력 제조업의 매출액이 실제로 감소하였다. 이런 한계를 극복하고 고부가가치를 높이기 위하여 제조업과 IT와 서비스를 융합한 스마트 산업혁명이 필요하다.(고재진외, 2015).

제조업과 IT의 융합은 생산방식의 패러다임을 변화시키며 제조업 재도약의 핵심 요소로 부각되고 있다.(고재진외, 2015). 시장의 수요에 능동적으로 대응하고 부가가치를 높이기 위한 다품종 유연생산을 위한 제조기술과 생산체계의 변화가 요

구되고 있으며, 이를 위한 IT의 접목이 급속히 증가하고 있다.(고재진외, 2015). 센서, 액추에이터, 제어기, 모바일 기기 등의 생산 장비와 재고관리, 고객관리, 생산관리 등의 생산 체계 서비스가 네트워크로 연결하기 위한 기술이 등장하였으며, 국내 제조업의 IT접목은 초기 단계인 반면, 독일, 미국 등 선진국에서는 제조장비의 자동화, 지능화에서부터 제품 생산 및 설비의 유지·보수에 이르는 전주기적 혁신기술이 적용된 스마트공장 추진 중이다.(고재진외, 2015).

[표3-3] 주요산업의 무역특화지수 추이

(단위 : △100~100)

	'00	'05	'10	'11	'12	'13	'14.1~9
조 선	86.0	80.6	80.8	85.7	79.8	82.2	82.3
자 동 차	78.6	77.8	73.0	74.3	75.2	73.9	70.7
평판디스플레이	△34.7	57.0	72.0	71.2	73.3	72.4	70.2
무선통신기기	62.8	81.3	66.0	57.6	64.5	66.6	55.5
석 유 화 학	30.4	37.3	45.7	46.8	48.4	48.0	49.4
가 전	62.3	55.5	49.7	49.6	46.4	51.0	45.8
반 도 체	13.2	8.8	23.9	21.4	22.0	24.5	25.4
기 계	△28.9	△3.5	△3.7	4.9	7.6	7.4	9.9
철 강	5.8	△5.3	△3.3	4.7	9.1	7.4	6.9
정 일 화 학	△40.6	△40.4	△31.0	△28.8	△30.1	△26.3	△24.7

주 : 자동차는 부품 포함, 평판디스플레이는 센서 포함, 기계는 수송기계 제외

출처 : 한국무역협회, 산업은행경제연구소(2014) 재인용

3.3 한국 제조업의 주변 환경의 변화와 위험요소¹³⁾

3.3.1 사회·문화적(Social) 변화

첫째, 제조업의 종사자의 노동력 감소와 기능공 또는 숙련공의 고령화가 가속되고 있다.

선진국인 일본·독일 등은 출산율 저하 및 고령층의 증가 영향으로 제조업에 종사하는 노동력이 점차 감소하고 기능공이나 숙련공의 고령화가 가속되고 있어 제조업 생산인구가 1990년부터 노동인구의 감소세가 지속되는 반면, 중국, 인도 등과 함께 개도국은 탄탄한 노동력을 보유하고 있고 특히 인도는 2040년까지도 생

13) 인터스트리4.0과 제조업 창조경제 전략(이정아외 2014). 한국정보화진흥원의 내용 재정리함.

산 인구의 비중이 계속 증가세를 유지할 전망(이정아외 2014, 박문수외, 2014)이다.

글로벌화도시화인구구조의 변화, 에너지 형태의 전환이라는 전 세계 규모의 끊임 없는 사회적 변화는 이에 대응하는 솔루션 발견을 위한 기술적 원동력을 추구하고 있고,(이정아외, 2014), 빠르게 고령화되고 있는 제조 숙련공들의 노하우를 공유하고 전수하는 시스템을 설계함으로써 생산인구 감소를 극복하고 생산성 향상 필요하다.(이정아외, 2014).

둘째, 최근에 전통적인 제조분야(생산직)에 대한 업무기피 및 제조업의 공동화¹⁴⁾ 현상이 심화하고 있다.(박문수외, 2014).

도시화의 진전, 소비문화 확산, 저임금의 제조업 기피, 서비스업 선호 등에 따라 서비스업 중심의 경제구조로 전환되면서 제조업 취업의 매력도는 갈수록 저조(이정아외, 2014)해 지고 있다. 이를 극복하기 위하여 제조업이 값싼 노동력을 찾아 개도국으로 이전하면서 제조업 전반에 노동의 가치가 하락하고 있고, 제조업의 공동화 현상이 빠르게 진전되고 있다.(이정아외, 2014).

[표3-4]주요국의 생산인구 비중(%)

국가	1990	2000	2010	2020	2030	2040
미국	65.8	66.3	67.1	64.3	61.0	60.4
일본	69.7	68.2	63.8	58.8	57.1	53.3
독일	68.9	68.1	65.8	64.0	58.7	55.7
한국	69.4	71.7	72.7	70.7	63	56.8
중국	64.9	67.5	73.5	70.1	68.0	63.4

출처 : 생산 가능 인구는 15세 이상 65세 미만 대상, 자료 : UN 인구통계국

인더스트리4.0과 제조업 창조경제 이정아외 (2014) 재인용.

이러한 추세와 더불어 전 세계의 인구 구조의 변화 도시화 글로벌화 그리고 에너지 형태의 전환 등의 사회적 변화는 전 세계적으로 끝없이 요구되고 있고, 이에 대응한 솔루션의 발견을 위한 기술적 개선 및 발달이 추구하고 있다. 특히 전 세계가 빠르게 고령화되고 있어 생산인구의 감소를 극복하는 노력이 시도 되고 있는데, 제조 숙련공들의 노하우를 공유하고 전수하는 시스템을 설계 및 개발

14) 제조업의 공동화란 인건비 등의 이유로 제조업이 다른 나라로 이전하면서 공장 등이 비게 되는 현상을 의미.

등의 노력으로 생산성 향상에 힘쓰고 있다.(박문수외, 2014).

3.3.2 기술적(Technological) 변화

첫째로, ICT기반의 ‘제4차 산업혁명(4th Industrial Revolution)’이 도래 되었다.(이정아외 2014).

1차 산업혁명(18세기 후반)·2차 산업혁명(20세기 초반)·3차산업혁명(’70년 이후)을 거쳐 ICT와 제조업이 완벽하게 융합하게 될 4차 산업혁명기(2020년 이후) 도래가 초읽기에 돌입하였다.(이정아외, 2014) 수력·증기기관을 이용한 팩토리 기계화, 전력을 이용한 대량 생산 및 전자기기와 ICT에 따른 부분 자동화를 거쳐 ICT와 제조업이 융합하는 신산업의 혁명기 도래한 것이다.(황중성외, 2014) ICT와 제조업의 융합을 통한 제조업의 서비스화와 고부가가치 창출은 과거보다 제조업의 효율을 높이면서 각국의 제조업의 비중을 높이는 수단으로 작용할 것이며, 제조업과 ICT 융합은 새로운 경쟁력이 되고 있고, 생산 방식의 혁명을 일으키며 제조업 위기의 돌파구로 주목 받으면서 제조업 부활에 날개를 달아 주는 요소로 부상하고 있다.(황중성외, 2014). ICT와 제조업의 융합은 산업기기와 생산과정이 모두 네트워크로 연결되고, 상호 소통하면서 전사적 최적화를 달성할 것으로 기대되고(이정아외, 2014), 기술의 진보로 공장이 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 완벽한 스마트 팩토리(Smart Factory)로 전환되어 전체 생산 공정을 최적화·효율화하고, 산업 공정의 유연성과 성능을 새로운 차원으로 업그레이드(이정아외, 2014)될 것이다.

[표3-5] 산업혁명 과정(제조업의 혁신 단계) 비교

구분	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명
시기	18세기 후반	20세기 초반	1970년 이후	2020년 이후
혁신부문	증기의 동력화	전력, 노동 분업	전자기기, ICT 혁명	ICT와 제조업 융합
커뮤니케이션 방식	책, 신문 등	전화기, TV 등	인터넷, SNS 등	사물인터넷, 서비스간 인터넷(IoT & IoS)
생산 방식	생산 기계화	대량생산	부분 자동화	시뮬레이션을 통한 자동 생산
생산 통제	사람	사람	사람	기계 스스로

출처: 자료: 현대경제연구원, 독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점 - 제조업의 진화 전략이 필요하다 (2014) 한국정보화진흥원 재인용.

둘째로, 사물인터넷·빅데이터·사물인터넷·클라우드컴퓨팅·스마트 로봇 등 기반 기술의 동시다발적으로 발전할 것이다.(이정아외 2014).

ICT의 발전은 산업 공정에서 완전한 자동생산 체계와 지능형 시스템 구축을 가능하게 함으로써 스마트한 생산과 함께 제조업의 생산성과 효율성을 제고할 것이다.(이정아외 2014) 사물인터넷으로 정보교환, 클라우드로 정보를 더하고 빅데이터로 상황을 분석하고(이정아외 2014), 생산 시뮬레이션을 가동하는 생산체계 구축이 가능하며(이정아외 2014), 로봇은 휴먼-머신 인터페이스로 작업을 하게 되며(이정아외 2014), ICT는 네트워크에 접속되어 자율적으로 동작하는 M2M¹⁵⁾(Machine to Machine), 개발·판매·ERP(Enterprise Resource Management)·PLM(Product Lifecycle Management)·SCM(Supply Chain Management) 등의 업무 시스템에 활용되어 자동화를 촉진하게 될 전망이다.(이정아외 2014).

결국 ICT의 발전은 산업 공정에서 완전한 자동생산 체계와 지능형 시스템 구축을 가능하게 함으로써 스마트한 생산과 함께 제조업의 생산성과 효율성을 제고할 것으로 기대한다.(이정아외, 2014).

15) MtoM(Machine to Machine)이란 기계와 기계간에 통신을 통하여 정보가 교류되는 사물통신으로 기계간의 통신을 통해 이루어지는 정보전달을 의미한다. 보통 사물인터넷(IoT : Internet of Things)과 혼용되어 쓰이기도 한다.

<그림3-6>기술 변화에 따른 산업혁명(Industrial Revolution)의 4단계



출처 : 독일 인공지능센터(DFKI), 2011. Industrie4.0 Working Group,

'Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0'(2013),

인더스트리4.0과 제조업 창조경제. 이정아외. 2014. 한국정보화진흥원. 인용.

3.3.3 경제적(Economic) · 제조 생태학적(Ecological) 변화

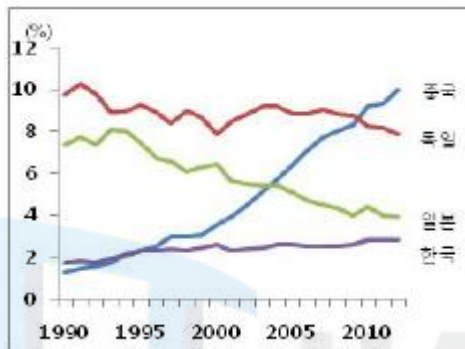
첫째로, 제조 강국의 세대교체가 가속화가 되고 상품수출과 기술 서비스 접목이 활성화 될 것이다.(이정아외, 2014)

브라질, 러시아 인도, 중국으로 구성되어 있는 브릭스(BRICs) 국가를 중심으로 제조 경쟁력의 상승세가 지속되는 반면, 미국·독일·일본·한국 등 전통적으로 제조업의 강국이었던 국가의 순위는 하락하는 추세에 있다.(이정아외, 2014) 중국의 상품 수출 비중은 그동안 저렴한 인건비와 저가 공세, 및 기술 개발 노력 등이 맞물리면서 2012년에 10%를 돌파하는 등 제조 최강국 지위를 유지하고 있다. 기존의 제조 강국은 생산성과 기술력 면에서 여전히 경쟁력을 가지고 있지만, 브릭스(BRICs) 국가에 비해 인건비와 제조비용, 그리고 저렴한 전력에서는 격차가 확연하다.

선진국들은 상품을 수출하는 나라를 대상으로 지적재산권 판매 및 라이선싱, 그리고 기술 정보 및 서비스의 확대를 통하여 수출 경쟁력의 하락을 방어하고 있고, 당일 상품만 판매하던 방식에서 벗어나 상품 수출에 서비스를 접목하고 있다.

특히, 독일정부는 2006년부터 제품 판매와 더불어 기술 서비스의 융합을 확대 (Innovation with Service)를 통하여 서비스 수출과 세계화에 집중하고 있다.(박문수외, 2014) 그 결과 독일은 2005년 기술 무역수지가 흑자로 전환 되었고, 상품 무역과 기술 무역에서 쌍끌이 흑자를 달성하는 극소수 국가로 성장하고 있다.(이정아외, 2014).

<그림3-7>글로벌 시장에서 주요국 상품 수출 비중 [표3-6]제조업 경쟁력 지수 순위 변동



주요 순위 하락국	주요 순위 상승국
미국(3→5)	브라질(8→3)
독일(2→4)	터키(20→16)
영국(15→19)	러시아(28→23)
한국(5→6)	인도(4→2)
대만(6→7)	인도네시아(17→11)
일본(10→12)	베트남(18→10)

출처: 딜로이트, 월드뱅크, 인더스트리4.0과 제조업 창조경제(한국정보화진흥원,2014) 자료 재인용

둘째로, 사물인터넷의 개화와 제조 생태계의 네트워크화 할 것이다.(이정아외 2014) ICT를 기반으로 모든 사물이 인터넷으로 연결되어 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 교환하고 상호 소통하는 사물인터넷이 신성장 동력으로 부상해, 센싱이나 데이터 취득이 가능한 사물에 인터넷을 연결하는 기술인 사물인터넷의 발전은 우리의 생활뿐만 아니라 제조업의 생산방식을 180도로 바꿔놓을 전망이다.(황중성외, 2014).

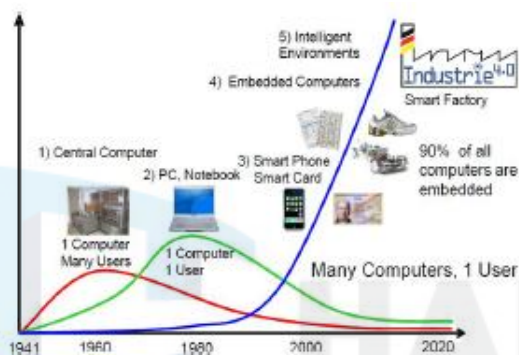
공장 내부(설비·반제품·작업자)는 물론, 공장 외부(고객·조달·유통·재고부문)와의 네트워크가 강화되면서 제조 생태계 차원에서의 공정의 최적화를 달성하게 될 것이다.(이정아외, 2014).

셋째로, 제조 생태계와 초연결 사회 간의 실시간으로 연계·소통이 가능하게 된다.(이정아외, 2014).

모든 것이 네트워크화 되는 초연결 사회에서 제조업은 단순 생산 프로세스의 변화나 최적화를 초월해 포괄적·편재적인 HMI(Human-Machine Interface)를 형성

하게 된다.(황종성의 2014). 모바일·소셜·클라우드·정보 등의 ICT가 통합·연계되면서 스마트 팩토리, 스마트 홈, 스마트 시티 등의 생활을 실시간으로 연결하는 것이 가능해지게 되며,(황종성의, 2014.) 이를 통하여 원격업무·지도(스마트 홈), 안전사고 발생 시 지방자치제 안전 관리망과 연계해서 즉시 조치가 가능해지고 완제품을 이송했을 때 지능형 교통시스템과 연동해서 물류비용을 최소화 할 수 있게 될 것이다.(황종성의, 2014).

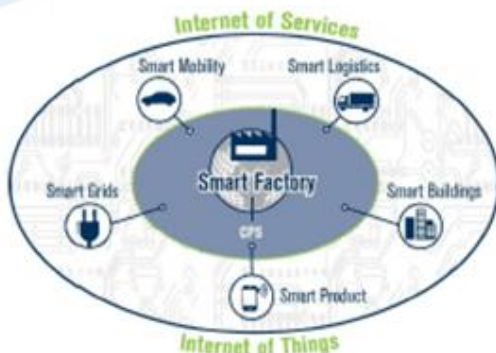
<그림3-8> 미래 IoT IOS 기반 지능형 환경



출처 : IDA 세미나 자료, 2013

인더스트리4.0과 제조업 창조경제(한국정보화진흥원,2014) 자료 재인용

<그림 3-9> IoT·IOS와 스마트 팩토리



출처: IOT, IoS 구성요소로서 스마트 팩토리 위치 부여

인더스트리4.0과 제조업 창조경제(한국정보화진흥원,2014) 자료 재인용

3.2.4 정치적(Political) 변화

선진국의 제조업 부활 정책 총공세 및 제조업의 중요성 재조명이 되고 있다.(이정아외, 2014). 2008년 글로벌 금융위기 이후 선진국을 중심으로 제조업 정책이 강화되고 있으며, 선진국들은 첨단 제조업에 집중하고, 서비스업 중심의 시장경제 시스템이 경제의 성공 방정식으로 받아들여졌으나, 2008년 글로벌 금융위기와 유럽 재정위기로 이러한 방정식에 의문이 제기되면서 2008년 금융위기를 겪은 선진국 중 제조업이 강한 국가의 경기가 빠른 속도로 회복됨에 따라, 제조업이 탄탄한 국가(독일·중국 등)가 위기에 강하다는 인식 확산되었다.(황종성외, 2014). 해외 생산품의 운송비용, 지적재산권 침해, 지지부진한 공정혁신, 상승하는 인건비 등 여러 이유로 해외 공장들의 리쇼어링(Reshoring)¹⁶⁾의 분위기가 확산되고 있다.(황종성외, 2014).

미국과 일본을 중심으로 세계 혜택을 강화, 제조 R&D 강화 및 제조업 효율화를 위한 에너지 정책 등 제조업 중심의 혁신체계 구축 노력이 가시화되고, 서비스업으로 경쟁력을 강화하려 했던 선진국부터, 산업 기반 확충을 도모하는 신흥국까지 제조업의 육성을 기반으로 한 국가 성장 전략을 추진하고 있다.¹⁷⁾(황종성외, 2014).

미국의 오바마 행정부는 법인세 등을 인하하여 해외 진출기업 리쇼어링 장려하고 제조업 혁신 허브 증설 및 첨단 제조 기술 전략(AMT), 제조업 혁신연구소 건립 등을 추진하고 있고 일본의 아베 정부도 제조업 경쟁력을 강화하기 위해 6대 전략, 37개 과제로 구성된 산업재흥플랜¹⁸⁾을 제시하고, 향후 5년간을 긴급 구조개혁 기간으로 지정(이정아외, 2014)하고 일본재흥전략의 3개 액션플랜¹⁹⁾을 제시하고 있다.

독일은 다가올 4차 산업혁명을 주도하고, 미래 제조업의 경쟁력을 선점하기 위

16) 리쇼어링 : 해외로 생산기지를 옮기는 '오프쇼어링(Offshoring)'의 반대 개념으로, 해외에나가 있는 자국기업을 각종 세계 혜택과 규제 완화 등을 통해 자국으로 불러들이는 정책.미국은 리쇼어링으로 세계 패권을 되찾는다는 '일자리 자석' 정책 추진(한경 경제용어사전)

17) 참고로 2010년 기준 한국 경제의 제조업 비중은 49%로 2005년(45.2%)에 비해 3.8%p 상승하였는데 이는 OECD 평균(7.5%, 9.9%)에 비해 매우 높은 수준이다.(한국은행, 2014)

18) 일본재흥전략(日本再興戰略)의 3개 액션플랜 : 일본 산업재흥플랜(산업기반 강화), 전략시장 창조플랜(시장개척 : 국내), 국제 전개전략(인더스트리4.0과 제조업 창조경제.이정아외 2014. 한국정보화진흥원)

19) 일본 산업재흥플랜(산업기반 강화), 전략시장 창조플랜(시장개척 : 국내), 국제 전개전략(인더스트리4.0과 제조업 창조경제.이정아외 2014. 한국정보화진흥원)

해 ‘인더스트리 4.0’ 프로젝트에 2억 유로를 투자하였고,(이정아외, 2014) EU는 유럽 제조업의 부활을 위하여 기업과 정부가 공통의 행동 계획인 커먼 어젠다를 수립하고, 향후 15년 동안 연간 약 900억 유로를 투자할 계획이다.



IV. 스마트 팩토리에 관한 주요국의 제조업 정책

4.1 개요

본 연구의 앞에서는 선행연구를 통하여 제조업과 스마트 팩토리와 혁신 그리고 인지도를 살펴보고, 한국 제조업의 현황과 문제점 그리고 주변 환경의 변화를 살펴봄으로써 한국이 처한 상황을 살펴보았다. 이번 장에서는 각 주요국이 위기의 상황을 극복하기 위한 제조업의 정책이 무엇인지 살펴보고 우리나라의 정책과 비교해 보고자 한다.

주요국의 제조업 정책은 자국 제조업의 경쟁력 강화가 대부분의 목적이지만 나라마다 추진 방법과 내용에는 차이가 있다. 미국이나 독일, 중국 등 제조 선진국에서는 기존의 제조업과 스마트 기술을 융합하려는 목적이 강하다.(정진우외, 2015). 주로 사물인터넷이나 가상물리 시스템과 같은 IT기술, 설비자동화 등 첨단기술 분야의 육성을 중점적으로 추진 중이다.(정진우 외 2015). 한국 역시 IT·SW 융합 신산업 창출을 목표로 제조업 경쟁력 강화 대열에 합류했음은 물론이다.(정진우외, 2015). 세계적으로 화산되고 있는 제조업의 육성 또는 혁신정책은 우리나라의 ‘제조업 혁신 3.0전략’에 위기이자 기회로 다가오고 있다. 주요국의 제조업의 혁신정책은 다음과 같다.

4.2 미 국

4.2.1 추진배경

미국은 제조업의 경쟁력이 약화되고 2008년 리먼 사태 이후 경제 시스템이 위태로워지면서, 양질의 일자리가 감소하는 것을 인식한 오바마 정부는 고부가가치를 창출하는 첨단 제조업을 육성키로 하였다.(서진영, 2015). 특히 제조업의 혁신을 통해서 경쟁력 있고 효율적이며 지속성장이 가능한 제조업 연구 개발부터 제조업 인프라를 구축하기 위함(정진우 외 2015)이다. 대외적으로는 노동비용 등의

절감을 이유로 동남아시아나 중남미에 구축했던 생산기지들이 인건비 등의 상승으로 비국 자국내 생산에 비해 유리하지 않은 상황으로 변화하였고 대내적으로는 셰일가스 생산 확대로 천연가스의 가격이 낮아지고 에너지 산업 육성에 따라 가격 하락으로 이어지면서 제조업의 생산 비용절감을 위한 안정적인 기반을 마련하였다.

4.2.2 미국의 첨단제조 파트너십의 혁신정책

미국 오바마 정부는 2009년부터 리메이킹 아메리카(Remaking America)라는 슬로건 아래 제조업의 부흥정책을 추진 중이며, 2012년 재선 후 발표한 연두교서에서 해외로 진출한 미국기업들의 국내복귀(Reshoring)²⁰⁾ 지원정책을 우선과제로 제시한 바 있다.(박유리 외 2014). 또 제조업 육성을 위해 제조업체에 대한 세금 환급 및 재산세 경감 등 인센티브 프로그램이 운영되고 있으며,(박유리외, 2014). 현재 미국 정부는 리쇼어링을 하는 기업에 대해 미국은 법인세 이하, R&D 투자 세액 공제, 국내생산 공제 등 다양한 세제지원 제공 현재 35개 주에서 256억 달러 규모의 제조업 인센티브 프로그램이 운영되고 있다.(박유리 외 2014). 또한 첨단제조 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership) 프로그램을 통해 스마트 제조전략을 지원한다.(박유리 외 2014) 제조혁신을 위한 국가 제조업 혁신네트워크 NNMI(Network of New Manufacturing Innovation)을 설립하고, 관계 부처에이전시인 Advanced Manufacturing National Program Office(AMNPO)가 NNMI를 관리하고 있고 이에 참여하는 주요 부처는 국방부, 에너지부, 상무부 산하 국립표준기술연구소(NIST), 미국항공우주국(NASA), 미국과학재단(NSF), 교육부 등이다.(정진우, 2015).

육성 방법과 세부진원으로는 지역별 산업 및 연구개발의 강점을 보유한 특성 있는(Unique) 민간·국립연구소를 설립하고, 민관과 파트너십을 형성하여 전국적 영향력 확대하고, 각 연구소는 산업계(스타트업부터 중소기업·대기업), 학계, 비영리단체, 주정부, 연방정부의 스타트업 자금 등과 파트너십을 구축하여 산업적으로 적용 가능한 최첨단 제조기술 개발을 촉진하였다.(정진우, 2015). 또, 일정기간 후

20) 리쇼어링(Reshoring)의 대표적인 회사로는 Apple, Caterpillar, GM, Dow Chemical 등이 있다.

각각의 연구소를 최상의 기술센터로 자립시킨다. 특히 이들은 산업계·학계·지역기관의 필요한 기술 분야에 매우 중요한 리더십을 제공하고(정진우, 2015), 또한 연구소들은 네트워크로 연결되어 지식재산권, 계약 조사, 성과 측정 등과 같은 사안을 공유하면서 각 연구소의 능력과 장점을 보완한다.(정진우, 2014).

4.3 독일

4.3.1 추진 배경

독일의 제조업은 세계적인 제조·기술력을 바탕으로 높은 경쟁력을 보유하고 있으나 인구사회적인 변화 및 경쟁국들의 추격으로 인해 새로운 전략의 필요성이 요구되고 있다.(박유리 2014). 독일은 세계 2위의 수출국이나 후발주자 및 신흥국가들의 추격으로 위기에 대한 인식이 확산되었고, 특히 생산인구가 감소하고 전후세대의 고령화에 의한 노인부양비율이 증가하는 등 급격한 인구구조 변화에 직면하고 있으며, 전 세계에서 위치하는 제조업의 비중도 하락하고 있는 배경에서 제조업의 혁신 정책이 시작되었다.

독일의 제조업 부가가치가 전 세계에서 차지하는 비중은 1995년에는 8.9% 이다가 2011년에는 6.5%로 하락했고, 세계 수출시장 점유율도 2000년대 중반까지 9.5%에서 2011년 8.7%로 낮아 졌고 독일의 2025년의 생산인구는 2012년과 비교해 약 500만명 줄어 들고, 그 시기의 노인부양비율은 40.2%에 달할 것으로 예상되었다. 이에 독일은 미래의 경쟁력을 높여 나갈 창조경제의 동력으로 Industry 4.0의 제조 진화 전략을 추진해 나아가게 되었다.

인더스트리 4.0은 제조업과 같은 전통 산업에 IT 시스템을 결합하여 생산시설들을 네트워크화하고 지능형 생산 시스템을 갖춘 스마트 공장(Smart Factory)으로 진화하자(박문수외, 2014)는 것으로, 독일의 Industry 3.0에서 생산은 생산 공정간 수직·수평적 분리와 제한된 정보교환 등으로 부분적 최적화에 그쳤다면 독일 국가과학위원회(Germany's national academy of science and engineering)는 Industry 4.0을 통해 산업 생산성이 30% 향상될 것으로 전망했고, 독일은 정부의 하이테크 전략의 일환으로 2013년부터 ICT와 제조업 융합혁신을 통한 Industry

4.0을 추진 중이다.(박문수외, 2014). 현재는 기존에 인더스트리 4.0의 문제점을 개선하기 위해서 제조공정의 디지털화 전략 개선, 표준화, 데이터 보안 제조정비 및 인력 육성을 골자로 한 ‘플랫폼 인더스트리4.0’ 정책을 추진 중이다. 하기의 [표4-1]에서 보는 바와 같이 Industry 플랫폼 4.0은 플랫폼 및 표준, 연구 및 혁신, 사이버 보안, 법, 제도적 조건, 인력 양상 및 교육 등 5개의 핵심 분야별 실제 적용 가능한 결과물을 도출하는 것을 목표로 한다.

또한 미래의 제조시스템은 기계 스스로 생산, 통제, 수리가 가능한 완전한 자동 생산체계 즉 ‘스마트 공장’으로 진화할 것으로 기대하고 있다.(박유리외, 2014). Industry 4.0은 제조업에 IT시스템을 결합한 인텔리전트한 생산체계 전반을 의미하며 사물인터넷(Internet of Things)과 함께 사이버물리시스템(Cyber Physical System) 기술이 필수적으로 요구된다.(박유리외, 2014).

[표4-1] 독일의 인더스트리 4.0과 플랫폼 인더스트리 4.0 전략

	인더스트리 4.0	플랫폼 인더스트리 4.0
주체	산업협회 (BITKOM, VDMA, ZVEI)	경제에너지부, 교육연구부
형태	‘연구 어젠다’ 중심. 독일 국가차원의 미래첨단기술전략 10개 핵심 주제에 포함	정부기관 책임하에 산업, 노조, 연구기관이 함께 참여하 는 현 정부 핵심추진과제
핵심 추진 과제	인더스트리 4.0 개발/발전 및 적용전략 도출	5개 핵심분야별 실제 적용가능한 결과물 도출 목표 - 1)플랫폼 및 표준, 2)연구 및 혁신, 3)사이버보안 - 4)법/제도적 조건, 5)인력양성 및 교육
목표 결과물	인더스트리 4.0 실행기획안 2015년 4월 적용전략 제안문서 발표	각 핵심분야에서 구체적 결과물 도출 2015년 11월 정부 주최의 IT최고정책회의(IT Gipfel)에서 1차 결과물 발표 예정

출처: 독일 경제통상부(BMWI)자료 종합, POSRI(2015), KiET산업연구원 재인용.

또한 지능형 생산체계 시스템 구현을 위해서는 사물인터넷(IoT)과 함께 사이버 물리시스템(CPS) 조성이 선결되어야 할 사이버물리시스템은 상품 제조가 이루어 지는 물리적 부문과 서비스 중심의 인터넷 사이버 세계의 중간에서 SW, 센서, 정보처리장치 등에 기반한 시스템을 말한다.(박유리외, 2014). CPS를 통해 스마트 생산을 지원하며, 원료, 생산, 물류, 서비스, 제품까지 모두 임베디드 시스템을 통해 네트워크에 연결할 수 있다.(박유리외, 2014). 사이버물리시스템이 적용 가능

한 산업은 제조업 이외에도 에너지, 통신, 인프라, 교통, 헬스케어, 로봇틱스 등 다양하다.(박유리외, 2014). 개인화된 제품, 맞춤형 제품 등의 수요에 적극 대응하기 위해서는 3D 프린팅 기술의 보급이 매우 중요하며 BMW는 이미 이를 도입하였다.(박유리외, 2014). 사물인터넷의 보급으로 센서, 액추에이터,²¹⁾ 소재, 제품 관련된 스마트 메모리의 데이터 급증으로 빅데이터 처리 기술이 더욱 중요해 졌다.(박유리외, 2014).

4.3.2 독일 industry 4.0의 지원 정책

독일 정부는 사이버물리시스템(Cyber Physical System) 을 구축하고 생산시스템 전반을 스마트 방식으로 전환하기 위해 3년간 5억 유로를 연구개발에 지원할 계획을 세우고 정부의 시범사업과 글로벌 기업을 중심으로 높은 정밀도, 높은 품질, 고객 맞춤형 소량생산 등이 가능한 스마트 생산방식으로 전환하고 있다.(박유리 외 2014). 독일 정부는 표준화를 확대하고, IT기술 및 네트워크 보안을 강화하며, 새로운 인력교육방식의 도입 등을 통해 Industry 4.0을 지원하고 있다.(박유리외, 2014).

사이버물리시스템 상에서 제조 공정단계 간, 그리고 다양한 기업 간 네트워크가 원활이 이루어지기 위해 표준화가 요구되고, 산학연 협력 프로젝트 스마트 공장(Smart Factory)을 운영하고 있다.(박유리외, 2014). 그러나 사물인터넷 통신, 스마트메모리 및 생산기기 연결소켓에 대한 표준화를 추진하고 있으나 기업간의 기술 주도권 경쟁으로 표준 확정까지는 시일이 소요될 전망이다.(박유리 외 2014).

새로운 시스템에서 무선통신의 이용이 증가함에 따라 보안강화가 중요하고, 사이버 공격의 발생 시 CPS의 통제가 일정수준 이상 적용되고 효과적으로 복구할 수 있는 시스템 구축이 중요하다.(박유리외, 2014). 또한 새롭게 구조화된 지능형 생산시스템 하에서는 가상과 물리적 세계, 생산관리 체계와 통제시스템 등간의 상호 메카니즘을 잘 조직화 할 수 있는 전문화된 인력이 중요하다.(박유리외, 2014).

21) 액추에이터(actuator. 작동기, 작동장치, 흔히 액추에이터로 오기)는 시스템을 움직이거나 제어하는 데 쓰이는 기계 장치이다.

4.4 일 본

4.4.1 추진배경

일본은 경제의 장기침체를 극복하기 위해 금융정책, 재정정책, 성장정책을 발표했고, 이 중 성장정책의 구체적 방안이 일본재흥전략이다.(박유리외, 2014). 일본 정부는 잃어버린 20년으로 일컬어지는 일본경제의 부진에서 벗어나기 위해 아베노믹스를 경제정책을 기조로 설정하고, 통화량 증대(금융정책)나 공공투자 확대(재정정책) 만으로는 일본경제의 성장을 제고 달성이 어렵다고 판단하고 민간기업의 투자를 활성화하고 제조업의 산업경쟁력을 제고하기 위한 성장전략 수립하였다. 일본정부는 일본재흥전략과 실행계획을 바탕으로 세제지원 및 기술, 인력 등 여러 측면에서 제조업 혁신을 위한 정책방안을 제시하였다.(박유리외, 2014). 일본재흥전략은 2012년 동일본 대지진과 후쿠시마 원전사태 이후 일본의 새로운 전략으로 제시된 ‘일본재생전략’을 기반으로, 현재 경제상황과 문제점을 반영하여 2013년에 제시되었으며, 2014년 이에 대한 실행계획도 마련하였다.(박유리외, 2014).

일본재흥전략의 핵심은 기업의 첨단설비투자를 촉진하고, 규제완화를 추진하는 등 기업관련 여건을 개선하고, 나아가 제조관련 과학기술 혁신을 지원하는 것이다.(박유리외, 2014). 산업기반 강화, 신시장을 창출, 확대되는 국제시장 확보의 3대 목표를 제시하고 긴급 구조개혁 프로그램, 고용제도 및 인력지원, 과학기술 혁신, 최고수준의 IT 사회 실현, 산업 입지 경쟁력 강화, 중소기업 및 소규모사업자 혁신 등을 제시하고 있다.(박유리외, 2014).

4.4.2 일본 산업재흥플랜의 지원 정책

일본 기업의 해외 진출 및 일본 자국 내 직접투자 확대를 통해 글로벌 경제를 통합적으로 추진하며 대내외 교역을 확대해 나아가고 있다. 교통, 도시개발 등 해외인프라 사업 지원 자금 및 전문가 파견을 위해 해외지원 기구를 창설하고, 해외관련 프로젝트 추진 시 자금공급, 거래, 테러 및 전쟁 등 각종 리스크 등을 인

수할 무역보험법 개정 추진하였다.(박유리외, 2014).

법인세 실효세율의 20% 도달을 목표로 2015년부터 단계적 인하하고 있고, 첨단 설비의 도입, 생산라인의 운영개선 등 첨단산업관련 투자에 대해 즉시 상각 또는 세액 공제하는 세제 신설하여 첨단산업을 지원하고 있다. 또한 산업경쟁력 강화 법에 의거하여 사업확장 단계인 벤처기업에 출자 시 출자금의 80%까지를 준비금으로 적립하는 제도를 신설하였다.(박유리외, 2014).

노동이동의 유연성을 확대하기 위해 노동이동지원 조성금을 확충하고, 지원 대상을 중소기업 뿐 아니라 대기업까지 확대하고, 다양한 인재 유입을 촉진하기 위하여 여성, 청년, 그리고 해외자회사에 근무하는 외국인 직원의 일본 유입을 시도하고 있으며 기업과 고등학교의 제휴를 통해 글로벌 리더 육성 거점을 형성하고, 고교에서 전문적으로 창업가 육성프로그램 등을 시행하고 있다.(박유리외, 2014).

4.5 중국

4.5.1 추진 배경

제조 2025전략을 추진 중인 중국은 제조업의 부가가치가 208조 달러로 최대 제조업 대국이나 글로벌 혁신지수(GTI)가 20위 수준이고 장비 핵심기술 부족, 제품의 품질 문제는 지속적으로 지적되어 왔다.(정진우외, 2015). 중국 정부는 지금까지 중국의 제조업의 상태를 대이불강(大而不强: 크지만 강하지 않는 상태)상태라고 정의하고, 이는 제조업에 대한 높은 대외의존도와 공업에 대한 혁신의 부족이 주원인으로 파악하여 ‘제조업의 대국’에서 ‘제조업의 강국’으로 변화하고 중장기 성장 동력을 확보하기 위함이다.

생산능력의 과잉과 생산설비 낙후 및 환경오염 등의 심각한 문제에 직면해 있고, 최근 제조업 평균 설비 가동률은 약 72%로 지속적으로 하락하고 있으며 주요 산업분야 과잉생산 문제가 심각한 수준이다.(정진우외, 2015).

또한 주요 선진국인 독일의 인더스트리 4.0과 최근 미국의 제조업 Reshoring 등 관련정책에 대한 중국의 대응책으로 중국내 공업과 정보기술의 융합과 공업에 대한 혁신적인 체계 구축을 추진 중이다.

4.5.2 중국 제조2025전략의 지원 정책

중국의 제조업 육성방안으로 지능형 제조, 공업기반 강화 녹색제조 등을 5대 중점 프로젝트를 제시하고, 연구기지 건설 등 정부차원의 정책지원 제공한다.(정진우외, 2015).

5대 중점 프로젝트를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 제조업 혁신센터(공업기술연구기지) 건설 프로젝트

주요 업종의 업그레이드와 차세대 IT기술, 스마트 제조업, 적층 가공(Additive Manufacturing), 신소재, 바이오 의약 등 영역의 수요를 바탕으로 제조업 혁신센터(공업기술연구기지)를 만들어 산업기초와 핵심기술에 대한 R&D, 성과물의 산업화, 인재 개발 등을 수행한다.(정진우 외 2015) 2020년까지 약 15개의 제조업 혁신센터를 만들고, 2025년까지 40개 설립을 목표로 한다.(정진우외, 2015).

둘째, 스마트 제조업 프로젝트

주요 제조공정의 스마트화, 로봇 대체, 생산과정과 공급사슬의 스마트 시스템 컨트롤, 공급사슬 최적화 등 추진하며 주요 영역의 스마트 팩토리 및 디지털 작업현장을 건설한다.(정진우 외 2015). 2020년까지 주요 제조업 분야의 스마트화 수준을 현저히 높이고, 시범 시행 프로젝트 운영비용을 30% 절감, 상품생산 주기를 30% 단축하고, 불량률을 30% 낮추는 것을 목표로 한다.(정진우외, 2015). 추가로 2025년까지는 각각 50% 감축한다는 목표이다.

셋째, 제조업 기초역량 강화 프로젝트

인센티브 및 리스크에 대한 보장 기제 마련과 핵심 기초부속품, 선진 공법, 중요 기초재료의 최초 사용에 대한 지원 등(정진우 외 2015)을 강화 한다. 2020년까지 40%의 핵심 기술의 부속품과 기초소재의 자주화 실현하고 2025년까지 70%의 핵심 기술의 부속품과 기초자재의 자주화 실현 목표이다.(정진우외, 2015).

넷째, 녹색제조

2020년까지 1천개의 녹색 시범공장 및 1백 개의 시범원구(園區) 운영, 중점업종 주요 오염물 배출 정도를 20% 하락시킬 계획이다.(정진우외, 2015)

다섯째, 최첨단설비 혁신

대형 항공기, 항공기 엔진, 가스터빈, 스마트 녹색기차, 에너지 절감 및 신에너지 기차, 해양프로젝트 설비 및 최첨단 선박, 스마트 그리드 분야 등의 혁신을 추진한다.(정진우외, 2015). 2020년까지 해당 분야에 대하여 자주 R&D 및 기술응용을 실현하고 2025년까지 최첨단 설비 시장에서의 자주적인 특허 보유 비중을 확대하고 및 핵심기술의 대외의존도를 대폭 낮추고 중요 영역의 설비를 국제 최고수준에 도달할 수 있도록 하는 것이 목표이다.(정진우외 2015).

4.6 한국

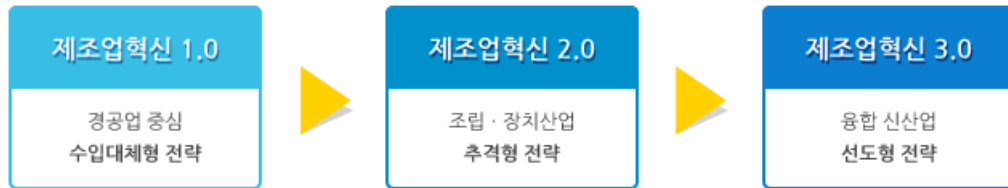
4.6.1 추진배경

우리나라 제조업은 약 40년간 국부, 고용, 혁신 창출의 원천의 역할을 수행해 왔으나, 제조업 패러다임 변화에 발맞춰 새로운 진화 전략을 수립할 시점이다.(산업통상자원부, 2014) 주요 선진국들도 글로벌 금융위기 이후, 제조업의 중요성에 주목하고 제조업 르네상스 전략을 추진 중이고,(산업통상자원부, 2014) 제조업과 IT·SW, 서비스 등등 타 산업과의 융·복합이 확산중이고, 스마트 팩토리를 비롯한 3D프린팅 등 새로운 생산방식이 등장하였다. 그러나 우리나라의 현실은 소프트웨어의 부족과 고비용의 생산구조로 인한 국내 생산기반 축소 등 구조적 문제점과 원화절상 등의 문제점을 안고 있으며, 기후변화 대응 강화 등 대외 환경변화에도 적극 대응할 필요성이 생겼다. 세계 최고수준의 IT인프라와 튼튼한 제조업 기반을 바탕으로 창조경제 구현의 중심인 제조업의 역량을 강화하여 우리 제조업의 퀀텀점프가 필요한 시점이다.(정태석, 2016)

기본 방향은 IT·SW 융합으로 융합 신산업을 창출하여 새로운 부가가치를 만들고, 선진국 추격형 전략에서 선도형 전략으로 전환하여 한국 제조업만의 경쟁

우위를 확보해 나갈 계획이다.(정태석, 2016) 기업이 제조업의 혁신을 주도하도록 정부는 환경 조성에 노력할 것이다.

[표4-2] 한국 제조업의 혁신 패러다임 변화



출처 : 「창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략」 (산업부 보도 참고자료, 2014.6.26.).인용.

4.6.2 정부의 제조업 혁신3.0의 지원 정책

기본방향으로 아래[표4-3]와 같이 3대 전략과 6대과제를 선정하고, IT, SW 융합으로 제조업의 새로운 부가가치를 창출 및 경쟁우위를 확보하고 기업이 제조업 혁신을 주도할 수 있도록 정부는 환경 조성에 주력한다는 것이다.

[표4-3] [제조업 혁신 3.0] 3대 전략과 6대 과제

3대 전략	6대 과제
융합형 신제조업 창출	IT/SW 기반 공정혁신
	융합 성장동력 창출
주력산업 핵심역량 강화	소재/부품 주도권 확보
	제조업의 소프트웨어 강화
제조혁신기반 고도화	수요맞춤형 인력/입지 공급
	동북아 R&D 허브 도약

출처 : 「창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략」 (산업부 보도 참고자료, 2014.6.26.)

주요 육성분야로 IT·SW 융복합을 통해 생산공정과 제품이 전통 제조업과 차별화된 첨단 제조업(Advanced Manufacturing)으로 혁신하고 2020년까지 1만 개 공장 스마트화를 할 계획이고, 우리 제조업이 약한 핵심 소재·부품, 엔지니어링·디자인·SW 등 고부가가치 부문 경쟁력 강화하고, 실증 시범특구를 조성하여 무인자

동차 등 혁신제품 사업화를 하고, 엔지니어링, 디자인, 임베디드 SW 등 제조3대 소프트웨어 강화하고, 제조업 패러다임 변화에 대응하여 인력·입지·R&D 등 제조 혁신기반을 고도화하고 동북아 공동 R&D, 프로그램 신설 등으로 동북아 R&D 허브로 도약할 계획이다.

4.7 주요국의 정책비교

아래 <표4-4>에서 보면 각국은 서로 다른 정책을 추진하고 있는 것처럼 보이지만 각 주요국은 결국 제조업의 강국을 지향하고 있다. 각 주요국의 사정에 따라 약간씩은 다르지만 미국은 산업인터넷과 빅데이터를 통한 첨단제조업, 독일은 전통제조업과 IT를 연계하여 인더스트리4.0을 일본은 첨단설비투자를 촉진하고 로봇공학을 발전시키고, 산업재흥플랜을 통해 산업기반 강화, 과학 기술 혁신 추진, 신시장 창출, 확대되는 국제시장을 확보하겠다는 전략이다. 또한 중국은 중국 제조2025를 통하여 제조업의 기술 향상과 IT융합을 추진목적으로 하고, 중국정부는 ‘제조업의 대국에서 강국으로 부상 하겠다’고 선언하고 있다. 마지막으로 우리나라는 제조업 혁신3.0 전략을 통하여 제조업의 스마트 혁신을 촉진하고 제조업의 창조경제를 구현하려고 하고 있다. 특히 한국 제조업의 재도약을 위하여 2020년까지 스마트 팩토리 1만개를 만들겠다고 추진하면서 민관합동 스마트공장 추진단을 통하여 현재 2016년 11월18일자 민간합동 스마트공장 추진단 홈페이지를 보면 현재 2611개 공장에 구축지원을 하고 있고 이중 1566개는 구축이 완료되었다고 밝히고 있다.

[표4-4] 주요국의 제조업 육성 정책

국가	정책명	추진시기	추진목적	달성목표
미국	첨단제조파트너쉽 (Advanced Manufacturing Partnership)	2011년 ~	첨단 제조업 육성	고부가가치 창출
독일	산업4.0 (Industrie 4.0)	2012년 ~ 2025년	전통 제조업과 IT의 접목	생산 효율성 극대화
일본	산업재흥플랜	2013년 ~	첨단설비투자 촉진, 규제완화 촉진	산업기반 강화, 과학 기술 혁신 추진, 신시장 창출, 확대되는 국제시장 확보
중국	중국제조 2025	2015년 ~ 2025년	제조업 기술 향상과 IT 융합	‘제조업 강국’으로 전환
한국	제조업 혁신 3.0 전략	2014년 ~ 2024년	제조업의 스마트 혁신 촉진	제조업의 창조경제 구현

출처: 주요국의 제조업 육성정책과 시사점, 서진영외 2015 재인용

V. 스마트 팩토리의 사례

5.1 국외 사례

5.1.1 GE의 스마트 팩토리, Brilliant Factory

2016년 스마트 팩토리 국제 컨퍼런스에서 Jeff Immelt, GE Chairman & CEO는 “어제까지는 제조산업 기반의 회사였지만, 이제는 데이터 및 분석 회사로 거듭나야 합니다.”라고 말하면서 GE의 산업 인터넷 시대를 알렸다. 주요 골자로 생산현장에 산업인터넷을 활용 및 빅데이터 분석을 통해 공정 및 설비관리를 최적화 한다는 것이다. GE는 산업인터넷을 최초로 사업화하며 거대 제조 기업에서 스마트 테크놀로지 기업으로 거듭나고 있다.

특히, Predix 플랫폼을 통해 제트엔진, 발전소 터빈 등에 센서를 부착하여 기계를 모니터링하고 분석하여 고장을 예측하거나 운영의 효율을 극대화 하였고 이를 통해 많은 기계의 운영기술과 소프트웨어 역량을 기워 나갈 수 있었다. 이런 기술을 바탕으로 GE는 스마트 공장 분야에 뛰어들었는데 2015년부터 스마트 팩토리를 “생각하는 공장(Brilliant Factory)”으로 명명하고 시범운영하며 사업화를 위한 다양한 테스트를 하고 있다. Predix 플랫폼 외에도 오픈 소스, 협업(DMDI I)²²⁾, 시스템간 연동 암호화된 데이터 저장 자동화, IIoT, 등을 통하여 1%의 생산성 개선을 추구하고 이는 GE 내부적으로만 \$500MM(6조원)의 절감을 의미한다.

GE는 산업 인터넷 컨소시엄(IIC)를 통하여 적용사례 및 테스트베드 개발, 케이스 스터디 공유, 우수사례와 표준 구성, 상호 호환성을 위한 국제적인 표준개발, 보안을 위한 새롭고 혁신적인 방안 구축²³⁾ 같은 목표를 공유하는 공공기관 및 기업들에 대해 개방하였다.

또한 기존에 사업화하고 있는 산업인터넷과 더불어 인공지능을 도입하여 기계가

22) DMDII(Design Manufacturing & Design Innovation Institute) : 제조혁신전문기관으로 디지털 기술로 제품을 기존 보다 신속하고 저렴하며 효율적으로 생산할 수 있는 기술을 연구하는 기관이다.

23) GE의 생각하는 공장, 생각하는 공장(Brilliant Factory), 2016 스마트 공장 국제컨퍼런스 발표내용에서 인용

생각하는 역량을 더하여 공장의 생산 일정 운영의 의사결정 등을 부분적으로 자동화하겠다는 것이다.

GE는 16개의 pilot Brilliant Factory를 통해 25%의 생산성 향상과 30%의 빨라진 신제품 개발 일정을 추구하고 성과와 수율 분석을 가져올 수 있다고 했다. 또한 사전에 정의된 모듈을 통해 통합된 하드웨어와 소프트웨어 및 서비스를 제공한다.

GE는 실제로 2012년 불량 • 오류 감소, 설계시간 단축 등으로 450억 달러의 비용절감이라는 성과를 달성했다.

5.1.2 노빌리아 가구 팩토리

고급 주방가구 제조업체인 노빌리아(Nobilia)는 독일의 베스트팔렌(Westfalen)에 있는 기업으로 연간 약 58만 세트의 맞춤형 제작 제품을 생산하며 세계 약 70개국에 제공하고 있다. 노빌리아는 인건비가 높은 독일에서 경쟁력 확보를 위해 'Manufacturing by Wire'라 하는 생산 자동화 컴퓨터 시스템을 도입하여 자체 생산을 하고있다. 이 시스템은 생산 공정을 전 공정과 후 공정으로 구분하고 자동생산방식으로 개별 주문에 필요한 부품을 선정하고 조립을 제어한다.

스마트 팩토리의 구축 이후에는 모든 레벨에서 정보통신기술(ICT)을 활용한 자동 생산방식이 도입되고 이로 인해 여러 고객이 다양하게 주문한 각각의 형태와 크기에 대한 가구를 개별 맞춤으로 대량 생산할 수 있게 되었다. 의사결정 후 제품 생산에 이르기까지 걸리는 시간이 크게 줄이고 같은 팩토리 내에서 더 다양한 제품을 생산하게 되었다.

스마트 팩토리를 통해 노빌리아는 독일에 생산 거점을 두면서 생산 비용 절감과 품질 유지를 통해 국제적으로 가격 경쟁력을 유지하면서 전 세계 70개국을 대상으로 제품의 출고가 가능한 것은 지속적인 생산 자동화의 결과라 할 수 있다. 또한 두 개의 자체 팩토리에서 2,500명의 직원들이 인텔의 생산액과 비슷한 수준인 약 1조 3,000억 원 규모의 매출(종업원 1인당 약 5억 2천만원)을 내고 있으며 생산 자동화를 통해 품질 유지는 물론 생산비용을 크게 절감할 수 있었다(정태석, 2016).

5.1.3 지멘스(Siemens)의 스마트 팩토리

지멘스는 자동화 및 제어, 전력, 운송, 의료, 정보통신, 조명 등의 다양한 분야에서 독일 제조업의 대표 기업으로써, 인더스트리 4.0의 기반이 되는 다양한 자동화, 제어, 정보 통신 기술에 대한 기반 기술 및 표준을 정의/제공 한다는 입장에서 스마트 팩토리 구현에 적극적으로 참여하고 있다.(정태석, 2016)

지멘스는 2006년 소프트웨어 기업(UGS)를 인수해 ‘산업 디지털화’를 준비해 왔고, 지멘스가 보유 소프트웨어 엔지니어 수만 약1만7500여명에 달한다. 지멘스는 팩토리 생산 라인에서부터 빌딩 관리, 발전소, 컴퓨터 단층 촬영(CT), 등에 이르기까지 전 분야를 디지털화하였다.

4,600여명이 일하고 있는 지멘스의 암베르크 공장은 산업자동화 시스템을 구축하는 데에 필요한 부품들을 생산한다. 주당 노동시간이 35시간에 불과하지만 생산성은 세계 최고 수준이다. 공인된 유럽 최고 공장의 높은 생산성은 제조업과 ICT가 융합해 만들어낸 창조물이다.(정태석, 2016)

자동화된 디지털 공장에서는 로봇은 제품을 생산하고, 사람은 생산된 제품을 테스트하거나 생산량을 조절하는 등의 결정을 내리는 역할을 한다. 즉, ICT를 제조라인에 융합해 수만 개 센서를 통해 수집되는 많은 양의 데이터를 자동으로 분석하고 데이터를 어떻게 활용할 것인지 스스로 결정을 내리는 팩토리인 것이다.(정태석, 2016).

암베르크 팩토리 자동화율은 75%수준이고 지멘스의 산업자동화 소프트웨어(SIMATIC IT)가 1000개 이상 적용된다. (정태석, 2016)

운영 효과면에서는 인사이드 경영대학원으로부터 유럽 최고 공장으로 선정되었고 다품종 대량생산으로 1천 여 개의 각종의 제품을 연간 1200만개를 생산하지만 전 세계에서 최고의 수율(99.9988%)²⁴⁾을 자랑하고 있다. 에너지 절감 측면에서는 기존의 공장 대비 약30%를 절감하고 있다.

24) 약 1백만개 중 12개 결함 비율임

5.2 국내 사례

5.2.1 LS산전(주) 청주 스마트 팩토리

LS산전 청주 사업장 스마트 생산 라인의 구축을 통하여 부품의 조달부터 조립, 시험, 포장 등 전 공정 라인²⁵⁾에 자동화 시스템이 구축되었다. 이 공장 1층에서는 LS산전의 주력 제품인 저압차단기와 개폐기를 생산하는 곳으로 산업용 차단기를 연간 2,600만대 생산하고, 자재는 1.5일 분으로 유지되도록 설계되었다. 각 공정에는 PLC(Programmable Logic Controller) 프로그램이 설치되어 MES(생산관리시스템 ; Manufacturing Execution System)²⁶⁾과 연계되어 있고, MES 허브(Hub)는 각 팩토리와 상위 시스템 간 네트워크를 연결하는 통신 중계 역할을 수행한다. 또한 APS(수요예측 시스템, Advanced Planning System)가 구축되어 적용된 유연생산시스템으로 운영된다. 프로그래밍된 명령에 따라 무인 운반차로 각 해당 라인으로 부품을 운반하고, 완성된 제품은 포장라인으로 이동시키고, 중량 감지센서를 이용해 자동으로 포장의 정확도를 검출하고, 커다란 포장 로봇은 품목별로 각각의 사이즈에 맞는 상자에 일정한 간격을 맞춰 제품을 포장하고, ERP에서 명판정보를 받아 상자에 자동 부착한다.

2층 스마트 생산라인에서는 연간 1,200만 대의 제품을 생산한다. 전자개폐기의 핵심 부품인 코일 권선 설비는 권선을 포함 시험과 적재를 전 자동으로 생산하고 있다.

현장 자동화와 실시간으로 이루어지는 운영현황 분석 및 제어, 공장운영정보를 실시간으로 관리하며 의사결정 공급사슬 관리를 할 수 있는 이점이 있고 주요 성과로는 기존 생산성 대비 3.3배(38기종)가 증대되었고 에너지 사용률이 60% 절감되었고, 불량발생률이 0.01% 이하를 달성하고 있다.

25) LS산전, 한국형 스마트공장 표준 제시, 인터넷신문 투데이에너지(2016.3.)

26) 일종의 제조실행시스템.

5.2.2 동양피스톤(주)

동양피스톤(주)은 자동차 부품생산업체로 2016년 3월 산업통상자원부로부터 대표 스마트 공장으로 선정되고 첨단기술을 적용한 모델로 각 기업들의 견학 프로그램을 운영하고 있다. 동양피스톤(주)는 산업통상자원부로부터 “스마트 팩토리 구축 상황과 향후 추진 전략, 공장 및 기술 공개 의향 등에 높은 평가를 받았고, 제품 설계, 주조, 가공 표면처리, 조립 등 중하 공정을 보유하고 있고 상당 수준으로 자동화 디지털화 되어 있다”는 평가를 받고 있다.

실제로 동양피스톤(주)은 1967년 설립하여 현재 매출 3,624억, 종업원 950여명이 일하고 있으며 주요 제품으로는 자동차 엔진용 피스톤을 (국내1위 세계 4위 세계시장 점유율8%) 생산하는 업체로 현대자동차 GM, Ford, Audi 등을 주 고객으로 하고 있으며 공장의 스마트화는 2016년 3월까지 현장자동화(Automation)를 80% 진척했으며, 설계단계부터 생산정보화(Digitalization)가 이루어져 종합적으로 중간2수준으로 평가 받아 국내 중소 중견기업에 벤치마킹 등으로 우수모델이 되고 있다.

향후에는 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 사이버-물리시스템(CPS), 등 첨단 기술을 이용한 고도화된 스마트 공장으로 전환해 나가고, 국내 중소기업들에게 변화과정을 공개하여 국내 제조업 경쟁력 향상에 기여하겠다는 계획이 있다.

[표5-1] 주요국 선도기업의 스마트공장 추진 현황

국가	기업	내용
미국	GE	- 생산 현장에 산업용 산업인터넷(industrial Iot) 접목 및 빅데이터 분석을 통해 공정 및 설비관리 최적화 - 불량 및 오류 감소, 설계기간 단축, 비용절감('12년 450억 달러규모) 등 성과 달성
독일	지멘스	- 고성능 자동화(자동화율 75% 달성) 설비와 I 시스템간 실시간 연동체계 구현 - 다품종·고수율 달성(1천 품목에 대해0.001% 불량률), 기존 고양에 비해 약 30%의 에너지 절감(조윤정 2015)
독일	노빌리아	- 개인별 맞춤사양, 인건비 부장해소 위해 생산 자동화 추진 - 생산성 극대화로 직원1인당 생산액 5억원 수준(인텔과 유사)(조윤정 2015)
한국	LS 청주공장	- 다품종인 38기종을 모델 변경시 손실시간 없이 1일, 기존대비 3.3배이상 생산 가능하도록 구축하였으며 이로 인해 60% 이상 에너지 절감을 하게 되었으며, 품질은 100ppm이하로, Global 수준으로 향상시킴.(조윤정 2015) - 또한, 고객요구 납기를 만족 시키고, 작업환경 및 편리성을 증진시켜 산업안전에 기여(조정철 2015)
한국	동양피스톤(주)	- 민관합동 스마트공장 추진단으로부터 대표 스마트공장선정 - 현장자동화(Automation) 80%, 설계단계부터 생산정보화(Digitalization)가 이루어져 종합적으로 중간2 수준에 해당²⁷⁾. - 피스톤 생산기업으로 뿌리기업 등 국내중소·중견기업의 우수 모델이 될 것으로 기대됨.

출처: 각 홈페이지 및 보도자료, 정보통신정책연구원('14.10), 산업통상자원부('15.3) 한국정보화진흥원('14.10) 등 참고해 산업은행 작성 재인용.

27) 산업통상자원부 보도자료.2016에서 밝힌 내용.

VI. 스마트 팩토리 인식에 관한 실태분석

6.1 실태분석의 개요

스마트 팩토리에 대한 이론과 혁신 및 인지도의 개념을 파악하였다. 또한 한국의 제조업 현황과 문제점과 전 세계적인 저성장과 고령화, 그리고 치열한 경쟁에 맞서 각 주요국이 추진 중인 정책을 파악하였다.

스마트 팩토리가 생산성 향상 및 원가 절감 등에 의한 제조업의 혁신을 가져 올 수 있다면 현재의 한국 제조업이 침체되고 있는 상황에서 정부의 제조업 혁신3.0과 스마트 팩토리를 2020년까지 1만개를 구축하겠다는 정부의 추진 방향은 제조업의 효과적인 개선할 수 있는 하나의 방향이라 할 수 있다.

그래서 한국 정부의 제조업 3.0의 정책 및 스마트 팩토리 구축에 대하여 그 중요성을 얼마나 인식하고 있는지를 실태분석을 제조업의 종사자와 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생 등 비제조업 종사자를 대상으로 조사하여 분석하였다. 또한 스마트 팩토리의 선결과제라고 하는 4가지(표준화, 안전과 보안, 인프라 정비, 복잡한 시스템 관리)가 기업과 기업 간, 기업 내에서 잘 되어 있다고 응답자들이 인지하는지를 조사하여 분석하였다.

스마트 팩토리에 대한 인식에 대한 연구실태조사의 설문지는 월드리서치(주체: 문화체육관광부.2015년12월)가 조사한 “스마트공장 지원사업 인식도 및 만족도 조사 결과보고서”를 참고로 재구성하여 작성하였다. 본 실태조사에서는 월드리서치와 같이 스마트 팩토리 지원 사업을 실시한 기업을 대상으로 하지 않고 무작위에 의한 제조업과 비제조업에 종사하는 사람들을 대상으로 정부의 제조업 혁신 3.0과 스마트 팩토리에 관련하여 어느 정도 인식을 하고 있는지를 조사하여 분석하였다.

6.2 연구 대상

본 연구에 있어서 스마트 팩토리에 대한 인식을 알아보기 위하여 2016년 인천남 동공단에서 제조업에 종사하는 자와, 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생을 대상을 중심으로 설문을 하였다. 설문지의 방법은 최근 가장 많이 사용되고 시간과 비용이 비교적 저렴한 인터넷을 이용한 구글 설문지 조사를 활용하였다.

배포된 설문지는 총120개 중 이중 수거된 것은 85개로 약71%의 수거율을 보였다. 총 응답자(85명)의 구성은 성별로는 남성이 68명(총80%), 여성이 17명 (총20%)으로 구성되었다.

제조업/비제조업 종사자의 업태는 제조업 종사자 총47명(55.3%), 비제조업 종사자가 총38명(44.7%) 구성되었다.

[표6-1] 총 응답자 남·여 비율 및 제조업/비제조업 종사자의 업태 구분

	남	여	N	백분율(%)
제조업	37	10	47	55.3
비제조업	31	7	38	44.7

연령대로는 20대 총2명(2.4%), 30대 총14명(16.5%) 40대 총37명(43.5%), 50대 총29명(34.1%) 60대이상 총3명(3.5%)로 구성되었다.

[표6-2] 총 응답자 남·여별, 연령별 구분

	남	여	N	백분율(%)
20대	0	2	2	2.4
30대	9	5	14	16.5
40대	27	10	37	43.5
50대	29	0	29	34.1
60대이상	3	0	3	3.5

학력으로는 고졸이하 총3명(3.5%), 전문대졸이하 총17명(20%), 대졸이하

총41명(48.2%), 대학원석사졸업 이하 총23명(27.1%),박사이상 총1명(1.2%)로 구성되었다.

[표6-3] 총 응답자 남·여별, 학력별 구분

	남	여	N	백분율(%)
고졸이하	3	0	3	3.5
전문대졸 이하	13	4	17	20.0
대졸이하	32	9	41	48.2
대학원석사 졸업이하	19	4	23	27.1
박사 이상	1		1	1.2

현재 업종에 종사한 기간으로는 3년 미만인 총14명(16.5%), 3~5년 총7명(8.3%), 6~9년 총19명(21.2%),10년~19년 총23명(27.1%), 20년 이상 총22명(25.9%)로 구성되었다.

[표6-4] 총 응답자 남·여별, 현재 업종별 종사 기간

	남	여	N	백분율(%)
3년 미만	10	4	14	16.5
3~5년	5	2	7	8.2
6~9년	11	8	19	22.4
10~19년	21	2	23	27.1
20년 이상	21	1	22	25.9

종사자의 종업원수를 묻는 질문에 50명 미만이 62.4%, 50~99명이 11.8%, 100~199명이 8.2%, 200~299명이1.2%, 300명이상 16.5%로 구성되어 있다.

[표6-5] 총 응답자 현재 종사자의 종업원수

	N	백분율(%)
50명 미만	53	62.4
50~99명미만	10	11.8
100~199명	7	8.2
200~299명	1	1.2
300명 이상	14	16.5

6.3 실태분석 결과

본 연구에서 스마트 팩토리를 통한 제조 혁신 방안에 대하여 한국 제조업의 정책과 인식도를 중심으로 연구를 하면서 제조업에 종사하는 자와, 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생을 대상으로 인식을 알아보기 위하여 수집된 자료를 통하여 분석하였다. 실태 분석 결과는 다음과 같다.

6.3.1 제조업 혁신 3.0 전략에 대한 인식도

[표6-6] 제조업 혁신 3.0 전략에 대한 인식도 조사

구 분	보 기	남	여	N	백분율(%)
제조업 혁신 3.0전략에 대한 인식도	①전혀 모른다	19	6	25	29.4
	②모른다	21	7	28	32.9
	③보통이다	8	2	10	11.8
	④조금 안다	18	2	20	23.5
	⑤많이 안다	2	0	2	2.4

[표6-7] 제조업/비제조 제조업 혁신 3.0 전략에 대한 인식도 조사

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업						
종사자(a)	47	2.28	1.136			
비제조업				2.209	.141	a<b
종사자(b)	38	2.42	1.200			

정부가 추진 중인 제조업 혁신 3.0 전략에 대하여 총85명의 응답자 가운데 29.4%(25명)는 전혀 모른다고 응답을 하였고, 32.9%(28명)로는 모른다고 응답하여 총62.3%(53명)은 정부의 제조업 혁신3.0 전략에 대하여 모르는 것으로 확인되었다. 이 중에서 제조업 종사자(M=2.28, SD=1.136)가 비제조업 종사자(M=2.28, SD=2.42)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.2 스마트 팩토리(공장) 관련 정부 지원 사업에 대한 인식도

[표6-8]스마트 팩토리(공장) 관련 정부 지원사업에 대한 인식도 조사

구 분	보 기	남	여	N	백분율(%)
제조업 혁신3.0 전략에 대한 인 식도	①전혀 모른다	21	4	25	29.4
	②모른다	20	8	28	32.9
	③보통이다	9	1	10	11.8
	④조금 안다	18	4	22	25.9
	⑤많이 안다	0	0	0	0

[표6-9]제조업/비제조 스마트 팩토리(공장)관련 정부 지원사업에 대한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	2.28	1.136			
종사자(a)						
비제조업	38	2.42	1.200	.323	.571	a<b
종사자(b)						

스마트 팩토리(공장) 관련하여 정부 지원사업에 대한 인지도에서는 총85명의 응답자 가운데 29.4%(25명)는 전혀 모른다고 응답을 하였고, 32.9%(28명)로는 모른다고 응답하여 총62.3%(53명)은 정부의 제조업 혁신3.0 전략에 대하여 모르는 것으로 확인되었다. 이 중에서 제조업 종사자(M=2.28, SD=1.136)가 비제조업 종사자(M=2.28, SD=1.200)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.3 '20년 까지 스마트 팩토리(공장) 1만개를 만들겠다는 정부의 정책에 대한 인식도

[표6-10] '20년까지 스마트(팩토리)공장1만개 구축에 대한 인식도 조사

구 분	보 기	남	여	계	백분율(%)
2020년까지 스마트 공장 1만개 구축에 대한 인식도 조사	①전혀 모른다	22	4	26	30.5
	②모른다	23	10	33	38.9
	③보통이다	6	1	7	8.2
	④조금 안다	15	2	17	20.0
	⑤많이 안다	2	0	2	2.4

[표6-11]제조업/비제조, '20년까지 스마트(팩토리)공장1만개 구축에 대한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	2.19	1.173	.237	.627	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	2.32	1.165			
종사자(b)						

2020년 까지 스마트 팩토리(공장) 10,000개를 만들겠다는 정부의 정책에 대한 인지도 조사에서는 총85명의 응답자 가운데 39%(33명)는 전혀 모른다고 응답을 하였고, 30.6%(26명)로는 모른다고 응답하여 총68.4%(59명)은 2020년 까지 스마트 팩토리(공장) 10,000개를 만들겠다는 정부의 정책에 대하여 모르는 것으로 확인되었다. 이 중에서 제조업 종사자(M=2.19, SD=1.173)가 비제조업 종사자(M=2.32, SD=1.165)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.4 스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 알고 있으면 어느 정도 알고 있는지에 대한 인식도

[표6-12] 스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 인식도 조사

구 분	보 기	남	여	N	백분율(%)
스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 인식도 조사	①전혀 모른다	16	3	19	22.4
	②모른다	10	5	15	17.6
	③보통이다	16	6	22	25.8
	④조금 안다	24	3	27	31.8
	⑤많이 안다	2	0	2	2.4

[표6-13] 제조업/비제조, 스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 인식도 조사

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	2.53	1.120	3.303	.073	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	3.00	1.252			
종사자(b)						

스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 알고 있으면 어느 정도 알고 있는지 인식의 깊이를 물어보는 질문에서는 총85명의 응답자 가운데 22.4%(19명)는 전혀 모른다고 응답을 하였고, 17.6%(15명)로는 모른다고 응답하여 총40%(34명)은 스마트 팩토리(공장)에 대하여 모르는 것으로 확인되었고, 이 중에서 제조업 종사자(M=2.53, SD=1.120)가 비제조업 종사자(M=3.00, SD=1.252)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.5 생산과정에 ICT(정보통신기술)를 접목하여 공정 최적화 및 생산성 향상을 도모하는 스마트공장에 대해 알거나, 들어본 적이 있는지 대한 인식도

[표6-14] ICT(정보통신기술)를 접목 관련 인식도 조사

구분	보기	남	여	계	백분율(%)
ICT(정보통신기술)를 접목하여 공정 최적화 및 생산성 향상을 도모하는 스마트공장	①전혀 모른다	13	4	17	20.0
	②모른다	8	5	13	15.3
	③보통이다	15	4	19	22.4
	④조금 안다	26	4	30	35.3
	⑤많이 안다	6	0	6	7.1

[표6-15] 제조업/비제조업, ICT(정보통신기술)를 접목 관련 인식도 조사

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	2.26	1.415	7.415	.008	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	3.34	1.583			
종사자(b)						

생산과정에 ICT(정보통신기술)를 접목하여 공정 최적화 및 생산성 향상을 도모하는 스마트공장에 대해 알거나, 들어본 적이 있는지에 대한 인지도를 물어 보는 질문에 총85명의 응답자 가운데 20.0%(17명)는 전혀 모른다고 응답을 하였고, 15.3%(13명)로는 모른다고 응답하여 총35.3%(30명)은 스마트 팩토리(공장)에 대하여 모르는 것으로 확인되었고, 반면에 35.3%(26명)은 조금 안다, 7.1%(6명)은 많이 안다고 응답하여 총42.4%(32명)이 조금 이상은 알고 있는 것으로 조사되었고, 이 중에서 제조업 종사자(M=2.26, SD=1.415)가 비제조업 종사자(M=3.34, SD=1.583)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.6 스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요한지에 관한 인식도

[표6-16] 스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요한지에 관한 인식도

구 분	보 기	남	여	N	백분율(%)
스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요하고 생각하는지에 대한 인식도	①전혀 아니다	0	0	0	0
	②아니다	4	0	4	4.0
	③보통이다	17	8	25	29.4
	④조금 그렇다	14	5	19	22.4
	⑤많이 그렇다	33	4	37	43.5

[표6-17]제조업/비제조업, 스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요한지에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	3.74	.966	11.669	.001	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	4.42	.826			
종사자(b)						

스마트공장이 제조업 경쟁력 확보에 필요하고 생각하는지에 대한 인지도를 물어 보는 질문에 총85명의 응답자 가운데 22.4%(19명)이 조금 그렇다, 43.5%(37명)많이 그렇다고 응답하여 총65.9%(56명)은 대체로 제조업 경쟁력을 위해 필요한 것으로 조사되었으며, 이 중에서 제조업 종사자(M=3.74, SD=.966)가 비제조업 종사자(M=4.42, SD=.826)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.7 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부지원을 통해 스마트공장을 도입할 의향에 관한 인식도

[표6-18] 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부 지원 시 스마트공장을 도입할 의향에 관한 인식도

구분	보기	남	여	N	백분율(%)
구축비용 보조, 컨설팅 등 정부 지원 시 스마트공장을 도입할 의향이 있는지에 대한 인식도	①전혀 그렇지 않다	4	1	5	5.9
	②대체로 그렇지 않다	6	5	11	12.9
	③보통이다	19	6	25	29.4
	④대체로 그렇다	26	5	31	36.5
	⑤매우 그렇다	13	0	13	15.3

[표6-19] 제조업/비제조업, 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부 지원시 스마트공장을 도입할 의향에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	3.23	1.183			
종사자(a)				3.299	.073	a<b
비제조업	38	3.66	1.096			
종사자(b)						

구축비용 보조, 컨설팅 등 정부지원을 통해 스마트공장을 도입할 의향을 물어 보는 질문에 총85명의 응답자 가운데 36.5%(31명)이 대체로 그렇다, 15.3%(13명)이 매우 그렇다고 응답하여 총52.4%(43명)은 대체로 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부지원을 통해 스마트공장을 도입할 의향이 있는 것으로 조사되었다. 이 중에서 제조업 종사자(M=3.23, SD=1.183)가 비제조업 종사자(M=3.66, SD=1.096)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.8 스마트 팩토리가 미래 청년들에게 어떠한 미칠 영향에 관한 인식도 조사

[표6-20] 스마트 팩토리가 미래 청년들에게 미칠 영향에 관한 인식도 조사

구 분	보 기	남	여	N	백분율(%)
스마트 팩토리가 미래 청년들에게 어떠한 영향을 미칠 것이라고 생각하느냐 하는 인식도	①매우 부정적이다	1	1	2	2.4
	②대체로 부정적이다	11	5	16	18.8
	③보통이다	20	8	28	32.9
	④대체로 긍정적이다	24	3	27	31.8
	⑤매우 긍정적이다.	12	0	12	14.1

[표6-21] 제조업/비제조업, 스마트 팩토리가 미래 청년들에게 미칠 영향에 관한 인식도 조사

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	3.17	.985	3.943	.050	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	3.61	1.028			
종사자(b)						

스마트 팩토리가 미래 청년들에게 어떠한 영향을 미칠 것이라고 생각하느냐를 묻는 질문에 총85명의 응답자 가운데 31.8%(27명)이 대체로 긍정적으로 응답했고, 14.1%(12명)은 매우 긍정적이라고 응답하여 총45.9%(39명)은 스마트 팩토리(공장)의 도입이 미래 청년들에게 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 응답했으며, 이 중에서 제조업 종사자(M=3.17, SD=.985)가 비제조업 종사자(M=3.61, SD=1.028)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

6.3.9 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제(첫째:표준화, 둘째:안전과 보안, 셋째: 통신 등 인프라 정비, 넷째: 복잡한 시스템 관리) 관련 된 인식도

[표6-22] 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제에 인식도

	전혀 그렇지 않다	대체로 그렇지 않다	보통이다	대체로 그렇다	매우 그렇다
표준화	10명(11.8%)	41명(48.2%)	21명(24.7%)	13명(15.3%)	0명(0%)
안전과 보안	5명(5.9%)	43명(50.6%)	25명(29.4%)	11명(12.9%)	1명(1.2%)
통신 등 인프라	6명(7.1%)	33명(38.8%)	33명(38.8%)	11명(12.9%)	2명(2.4%)
복잡한시스템 관리	7명(8.2%)	41명(48.2%)	29명(34.1%)	7명(8.2%)	1명(1.2%)

[표6-23]제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 표준화에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업	47	2.36	.870	.713	.401	a<b
종사자(a)						
비제조업	38	2.53	.922			
종사자(b)						

대체로 스마트 팩토리를 실현하기 전의 주요 선결과제에 대한 인식을 묻는 질문 중에서 첫째, 표준화에 관한 인식을 묻는 질문에는 전혀 그렇지 않다가 11.8%(10명), 대체로 그렇지 않다가 49.4%(41명)으로 총 60%(51명)이 표준화가 잘 되어 있지 않는 것으로 인식하고 있다고 응답했다. 이 중에서 제조업 종사자(M=2.36, SD=.870)가 비제조업 종사자(M=2.53, SD=.922)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

[표6-24]제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 안전과 보안에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업						
종사자(a)	47	2.38	.739	3.287	.073	a<b
비제조업						
종사자(b)	38	2.71	.927			

대체로 스마트 팩토리를 실현하기 전의 주요 선결과제에 대한 인식을 묻는 질문 중에서 둘째, 안전과 보안에 관한 인식을 묻는 질문에는 전혀 그렇지 않다가 5.9%(5명), 대체로 그렇지 않다가 50.6%(43명)으로 총 56.5%(48명)가 안전과 보안이 잘 되어 있지 않는 것으로 인식하고 있다고 응답했다. 이 중에서 제조업 종사자(M=2.38, SD=.739)가 비제조업 종사자(M=2.71, SD=.927)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

[표6-25]제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 통신 인프라 정비에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업						
종사자(a)	47	2.55	.775	1.192	.278	a<b
비제조업						
종사자(b)	38	2.76	.998			

대체로 스마트 팩토리를 실현하기 전의 주요 선결과제에 대한 인식을 묻는 질문 중에서 셋째, 통신 인프라 정비에 관한 인식을 묻는 질문에는 전혀 그렇지 않다가 7.1%(6명), 대체로 그렇지 않다가 38.8%(33명)으로 총 45.9%(39명)가 통신 인프라 정비가 잘 되어 있지 않는 것으로 인식하고 있다고 응답했고, 이 중에서 제조업 종사자(M=2.55, SD=.775)가 비제조업 종사자(M=2.76, SD=.998)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

[표6-26]제조업/비제조업, 스마트 팩토리(공장) 실현 전의 주요 선결과제 중 복잡한 시스템 관리에 관한 인식도

구분	N	M	SD	F	P	사후검증
제조업						
종사자(a)	47	2.38	.768			
비제조업				.921	.340	a<b
종사자(b)	38	2.55	.860			

대체로 스마트 팩토리를 실현하기 전의 주요 선결과제에 대한 인식을 묻는 질문 중에서 넷째, 복잡한 시스템 관리에 관한 인식을 묻는 질문에는 전혀 그렇지 않다가 8.2%(7명), 대체로 그렇지 않다가 48.2%(41명)으로 총 56.4%(48명)가 복잡한 시스템 관리가 잘 되어 있지 않는 것으로 인식하고 있다고 응답했고, 이 중에서 제조업 종사자(M=2.38, SD=.768)가 비제조업 종사자(M=2.55, SD=.860)보다 더 낮게 인식하는 것으로 나타났다.

대부분 대체로 기업과 기업 간 또는 기업 내에 표준화나 안전과 보안, 통신 등의 인프라, 복잡한 시스템의 관리 등에 대한 인식조사에서 대부분의 제조업의 종사자는 제조업 현장에서 컨설팅을 하는 분들과 컨설팅을 전공하는 대학원생 등의 비제조업 종사자 보다 훨씬 선결과제가 안되어 있는 것으로 인식하고 있다.

VII. 결 론

7.1 결과의 요약

본 연구에서 정부가 추진하고 있는 정책인 제조업 3.0 정책과 2010년까지 스마트 팩토리를 1만개 만들겠다는 정책에 비해 제조업 현장에서는 정부 정책인 제조업 혁신3.0과 스마트 팩토리에 대하여 대체로 인식하고 못하고 있는 것으로 파악되었고, 인터스트리4.0 WG(working Group)에서 발표한 스마트 팩토리의 선결과제로 제시된 표준화, 안전과 보안, 통신인프라 정비, 복잡한 시스템 관리는 대체로 잘 갖추어져 있지 않은 것으로 인식되고 있어 선결과제에 대한 시급한 해결이 우선되어야 할 것으로 파악되었다. 단, 스마트 팩토리가 미래 청년들에게는 어떤 영향을 미칠가에 관한 질문에는 긍정적인 것이라고 조사되었고, 구축비용의 보조, 컨설팅등의 정부지원을 통해 스마트 팩토리를 도입할 의향에 대해서는 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다.

7.2 연구의 시사점

본 연구결과를 통하여 몇 가지의 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 우리나라 정부는 스마트 팩토리를 구축하기 전에 민·관·학의 협의 기구를 통해 우리가 가지고 있는 스마트 팩토리 구축의 선결과제들을 연구해 보아야 할 것이다.

독일의 경우는 Industry 4.0 WG(working Group)라는 모임을 통해 민·관·학이 모여 선행 연구를 통해 스마트 팩토리의 선결과제들을 제시하고 노력하였음에도 불구하고 Industry 4.0을 추진하는 과정에서 발생한 여러 문제점을 해결하기 위해 플랫폼 Industry 4.0으로 수정 보완한 바가 있다. 그러나 우리나라는 스마트 팩토리 구축 전 선결과제의 연구 및 해결보다는 스마트 팩토리의 빈도 중심의 재정 지원을 힘쓴 것이 사실이다. 우리나라는 스마트 팩토리의 단계별 구축에 있어서 표준화가 되지 않은 상태에서 스마트 팩토리가 구축되어 진다면 추후에 정부 차원의 스마트 팩토리 구축의 수정이 불가피해 질 것이다.

둘째, 스마트 팩토리를 구축하기 전에 대기업과 중소기업, 중소기업간, 기업 내부의 신뢰 구축 등이 선행되어야 한다. 한국은 지금까지의 산업발전과정에서 대기업 중심으로 산업발전이 이루어져 왔다. 반대로 중소기업의 희생이 많이 대기업과 중소기업의 신뢰가 낮은 편으로 먼저 기업과 기업간, 특히 대기업과 중소기업 간의 스마트 팩토리를 구축하려면 먼저 기업 간 신뢰구축이 우선되어야 한다. 대기업의 입장에서는 중소기업이 스마트 팩토리를 구현할 수 있도록 재정 지원을 하는 등 상생의 모습을 보여야 한다.

셋째, 정부는 스마트 팩토리 구축을 포함한 제조업 혁신3.0 정책에 선행하여, 정책에 대한 홍보와 국민적 이해가 필요해 보인다. 특히 제조업 종사자들이 인식할 수 있도록 정부의 노력이 선행되어야 할 것으로 보인다. 어떤 정책이든 성공하기 위해서는 정책수혜자들의 이해와 지지가 있어야 한다.

넷째, 정부입장에서는 스마트 팩토리를 구축하기 전에 대기업과 중소기업을 보호할 수 있는 법과 제도를 정비하여야 한다. 법과 제도의 정비가 없는 상태에서 스마트 팩토리의 구축은 기업과 기업간 스마트 팩토리 구축에 대한 신뢰 등을 형성하기가 어렵다.

다섯째, 중소기업 중에서 특히 소기업의 스마트 팩토리를 어떻게 운영할 것인가의 고민이 필요해 보인다. 특히, 작은 규모의 중소기업은 정부의 지원으로 스마트 팩토리를 구축한다고 해도 이를 운영할 만한 전문 인력이나 향후 투입될 비용에 대한 이슈가 있을 것으로 예상된다. 결국 독일의 인더스트리 4.0도 플랫폼 인더스트리 4.0으로 보완된 것처럼 벤치마킹을 통하여 사전에 발생할 수 있는 문제들을 찾아서 해결해야 할 것으로 사료된다.

여섯째, 고부가가치 기술 중심의 변화는 제조업의 성장 동력을 찾아야 한다. 앞에서 살펴 본바와 같이 ‘제4차 산업혁명’ 도래와 더불어 대두되고 있는 각 주요국의 정책과 우리나라 정부의 정책을 비교해 때 우리나라도 양적 성장에서 질적 성장으로의 변화를 해야 한다. 이러한 흐름에서 스마트 팩토리의 구축은 필수적이

라 하겠다.

이 외에도 국내기술의 국제적인 기준도 비교해야 하고, 스마트 팩토리의 기술 발전을 위한 투자 및 연구가 필요해 보이며, 미래 청년들을 위하여 현재 초·중·고를 비롯한 대학과정에서의 교육도 병행되어야 할 것으로 사료된다.

7.3 연구의 한계점

본 연구의 한계점과 추후 연구 방향은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 일부 남동공단의 제조업종사자와 제조업 관련 컨설턴트, 컨설턴트를 전공하는 학생인 비제조업 종사자만을 대상으로 조사한 한계를 가지고 있다.

둘째, 스마트 팩토리에 관하여 아직도 연구가 부족하다. 특히 정책과 제도에 대해서는 전 국민에게 미칠 파장까지 고려하여 많은 연구가 필요하다고 생각한다.

셋째, 자동화를 기초로 하는 스마트 팩토리는 고용창출과는 거리가 멀어 보인다. 인간 중심의, 인간을 위한 스마트 팩토리를 위해 많은 고민과 방법에 대한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

넷째, ‘제4차 산업혁명’에서 스마트 팩토리 까지 세계 각 주요국의 스마트 팩토리의 추진 배경과 속사정들을 좀 더 깊이 있게 이해하고, 더 나아가 우리나라 제조업 정책에 대안을 제시하지 못한 한계가 있다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강현철 외. (2008). 『공장설립 규제법제에 관한 입법평가』 . 한국법제연구원.
- 고재진 외. (2015). 『스마트 공장 현황 및 시사점 : KESSIA ISSUE REPORT』 . 임베디드 소프트웨어 시스템산업협회.
- 고정민. (2007). 『지식서비스업의 중소기업 정책기반 확충을 위한 연구용역 보고서』 . 삼성경제연구소.
- 김용운 외. (2016). 『스마트 팩토리 국제 및 국내 표준화 동향』 . 한국전자통신연구원, (주)에이시에스.
- 김용쾌. (2006). 『제조기업에서의 경영혁신 추진전략에 대한 연구 : S제조기업을 중심으로』 . 호서대학교.
- 김유성. (2002). 『경영혁신 추진절차의 한국적 해석』 . 전남대학교.
- 김재진. (2005). 『근로빈곤층을 위한 선진국의 조세제도: 호주 및 뉴질랜드 사례』 . 한국조세연구원.
- 김철수. (2011). 『STEPI 기술혁신활동조사 통계에서 본 혁신의 유형에 따른 기업 실적 변화에 관한 연구: 한국 제조기업 중심으로』 . 포항공과대학교.
- 김현호외. (2008). 『한국의 기술혁신 조사: 제조업 부문』 . 한국기술정책연구원.
- 박문수외. (2014). 『창조경제 실현을 위한 제조업 혁신 및 산·학·연 인력교류 활성화 방안 연구』 . 한국생산기술연구원.
- 박병준. (2016). 『선진 PCB제조업체의 스마트공장 구축사례분석을 통한 중소제조업체의 스마트 공장 구축 방법에 관한 연구』 . 금오공과대학교.
- 박영일. (2015). 『우리나라 제조기업 혁신활동의 다양성과 성과간의 관계연구』 . 부산대학교.
- 박유리외. (2014). 『ICT활용을 통한 제조업 혁신 방안 연구』 . 정보통신정책연구원.
- 박혜수. (2012). 『혁신형 중소기업의 성장단계별 기술혁신활동에 따른 경영성

- 과』 . 건국대학교 대학원.
- 산업통상자원부 보도자료. (2016). 『반월·시화산단 내에 대표 스마트공장 “동양 피스톤선정”』 .
- 월드리서치. (2015). 『스마트 공장 지원사업 인식도 및 만족도 조사 결과 보고서』 . 문화체육관광부.
- 이대성. (2015). 『스마트 팩토리의 등장과 IoT 센서의 요구』 . 계장기술.
- 이도명. (2011). 『소기업의 혁신활동 영향요인과 혁신활동이 성과에 미치는 영향: 활용 및 탐색적 혁신활동을 중심으로』 . 중앙대학교.
- 이세중. (2014). 『한국제조업의 위협요인 분석 및 대응전략』 . 산업은행경제연구소
- 이은지. (2011). 혁신동인과 서비스품질혁신이 고객 만족 성과에 미치는 영향 : 서비스기업을 중심으로. 경희대학교.
- 이정아 외. (2014). 『인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략』 , 한국정보화진흥원.
- 이정철. (2015). 『스마트공장 제도화 방안 연구』 . 한국생산성본부.
- 임근난. (2016). 제조혁신, 스마트공장이 해법이다. 인터넷 HelloT.
- 전소현. (2015). 『제조업3.0전략의 혁신 과제는 ‘스마트공장’』 . 스마트 제조기술 컨퍼런스 2015.
- 정광열. (2008). 『제조기업의 혁신방향과 실행모형에 관한 연구』 . 명지대학교.
- 정진우 외. (2015). 『주요국의 제조업 육성정책과 시사점』 . KOTRA.
- 정태석. (2016). 『스마트 팩토리 사례를 통한 성공적 공장 융합 자동화 방안 도출』 . 한국융합학회.
- 조용주. (2016). 중소·중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제언. 한국생산기술연구원.
- 조우진. (2011). 『중소기업의 기술혁신요인에 관한 사례분석 연구-IT중소제조업을 중심으로』 . 한양대학교.
- 조윤정. (2015). 『국내 제조업 고도화 방안으로서 스마트공장의 가능성』 . 산업은행경제연구소
- 조정철. (2015). 『LS산전 스마트 공장 구축사례』 . 2015 스마트공장 국제컨퍼런스

스.

하태정 외. (2010). 『2010년도 한국의 기술혁신 조사: 제조업 부문』 . 한국기술
정책연구원.

황종성 외. (2014). 『IT기반 미래사회 기반연구』 . 한국정보화진흥원.

현대경제연구원. (2014). 제조업 혁신 정책의 현황평가와 시사점(한반도 르네상스
구현을 위한)VIP 리포트. 『현대경제연구원』 , 통권576호.

KSA Policy Study. (2015). 『스마트공장의 글로벌 추진동향과 한국의 표준화 대
응 전략』 . 한국표준협회.



2. 국외문헌

Deloitte. (2012). 2013 The Global Manufacturing Competitiveness Index.

Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster, Johannes Helbig. (2013).

Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE
4.0. Industrie4.0 Working Group Final report.

Schumpeter, J. (1942). 『Capitalism, Socialism and Democracy』. New York:

Harper and Row



[부 록]

설 문 지

스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구 -한국 제조업 정책과 인식도를 중심으로-

안녕하십니까?

먼저 바쁘신 중에도 귀중한 시간을 내어 설문에 응해주셔서 감사합니다. 본 설문지의 항목들은 일반 모든 기업을 대상으로 ‘스마트 팩토리를 통한 제조 혁신에 관한 연구(-한국 제조업 정책과 인식도를 중심으로-)'를 위해 작성된 것입니다.

본 설문의 각 질문에는 정답이 없으며, 질문을 읽고 난 후 가장 먼저 떠오르는 내용에 표기해주시면 됩니다. 설문에 대한 귀하의 응답은 본 연구에 귀중한 연구 자료가 되오니, 모든 질문에 빠짐없이 답변해 주시기를 부탁드립니다.

귀하께서 응답해주신 모든 내용은 통계법 13조 및 14조에 의거하여 비밀이 보장되며, 익명으로 실시되어 작성자의 신상이나 특정조직에 관한 사항이 절대 드러나지 않습니다.

귀하의 응답 내용은 오직 본 연구의 목적 이외에는 일체 사용되지 않음을 약속드립니다.

여러 가지 업무로 바쁘신 가운데 귀중한 시간을 할애하여 본 설문에 응해주신 것에 대해 깊은 감사를 드리며, 귀하와 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2016년 10월

- 교 수 : 주형근(한성대학교 지식서비스&컨설팅 대학원 교수)
- 연 구 자 : 이기승(한성대학교 지식서비스&컨설팅 대학원 석사과정)
- 문 의 : 010-3751-2818, thejesusworld@hanmail.net

(연구자 : 이기승)

제조업 혁신3.0,스마트 팩토리 및 스마트 팩토리 지원 사업에 대한 인지 여부

●스마트 팩토리(공장)란 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장을 말하며 정부에서는 스마트 공장의 보급과 확산을 통해 제조업의 경쟁력을 확보하고 경제 활성화를 도모하고자 지원 사업 등을 추진하고 있습니다.

문1. 귀하(사)는 산업통상자원부에서 정부가 추진중인 정책인 「제조업 혁신 3.0전략」에 대하여 알고 계십니까?

①전혀 모른다 ②모른다 ③보통이다 ④조금 안다 ⑤많이 안다

문2.귀하는 스마트 팩토리(공장) 관련 정부 지원 사업에 대해서 알고 계십니까?

①전혀 모른다 ②모른다 ③보통이다 ④조금 안다 ⑤많이 안다

문3.귀하(사)는 2020년까지 전국의 스마트 팩토리를 1만개 만들겠다는 정부의 정책을 들어 본적이 있습니까?

①전혀 모른다 ②모른다 ③보통이다 ④조금 안다 ⑤많이 안다

문4. 귀하(사)는 스마트 팩토리(공장)이 무엇인지 알고 계신다면 어느 정도 알고 계신가요?

①전혀 모른다 ②모른다 ③보통이다 ④조금 안다 ⑤많이 안다

문5. 귀하(사)는 생산과정에 ICT(정보통신기술)를 접목하여 공정 최적화 및 생산성 향상을 도모하는 스마트공장에 대해 알거나, 들어본 적이 있으신가요?

①전혀 모른다 ②모른다 ③보통이다 ④조금 안다 ⑤많이 안다

문6.귀하(사)는 스마트 팩토리(공장)이 제조업 경쟁력 확보에 필요하다고
생각하십니까?

①전혀 아니다 ②아니다 ③보통이다 ④조금 그렇다 ⑤많이 그렇다

문7. 귀하(사)는 구축비용 보조, 컨설팅 등 정부지원을 통해 스마트공장을
도입할 의향이 있으십니까?

①전혀 그렇지 않다 ②대체로 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④대체로
그렇다 ⑤매우 그렇다

문8. 귀하는 국가 정책적으로 스마트 팩토리(공장)이 도입되면 미래 청년들에
게 어떠한 영향을 미칠 것이라 생각하십니까?

①매우 부정적이다 ②대체로 부정적이다 ③보통이다 ④대체로
긍정적이다. ⑤매우 긍정적이다

□스마트공장 실현의 주요 과제 관련된 질문

- 스마트공장의 실현의 주요 과제로 1)표준화, 2)안전과 보안, 3)통신 등 인프라 정
비
4)복잡한 시스템 관리를 들고 있습니다.

문9. 귀하(사)는 한국의 제조기업 또는 중소기업·강소기업·대기업간에 기
술 등의 표준화가 되어 있다고 생각하십니까?

①전혀 그렇지 않다 ②대체로 그렇지 않다 ③보통이다 ④대체로 그렇다
⑤매우 그렇다

문10.귀하(사)는 한국의 제조기업 또는 중소기업·강소기업·대기업간에 안전
과 보안이 잘 갖추어 져 있다고 생각하십니까?

①전혀 그렇지 않다 ②대체로 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④대체로 그렇

다 ⑤매우 그렇다

문11.귀하(사)는 한국의 제조기업 또는 중소기업·강소기업·대기업간에
통신인프라 정비가 잘 갖추어 져 있다고 생각하십니까?

- ①전혀 그렇지 않다 ②대체로 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 대체로
그렇다 ⑤매우 그렇다

문12. 귀하(사)는 한국의 제조기업 내에 또는 중소기업·강소기업·대기업간
에 복잡한 시스템관리가 잘 구축되어 있다고 생각하십니까?

- ①전혀 그렇지 않다 ②대체로 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④대체로
그렇다 ⑤매우 그렇다

마지막으로 귀하와 귀사의 일반적인 사항을 파악하기 위한 질문입니다.
해당사항에 빠짐없이 표기(✓ 또는 0)해 주시기 바랍니다.

1. 귀하의 성별은?

- ① 남 ② 여

2. 귀하의 연령은?

- ① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

3. 귀하의 학력은?

- ①고졸이하 ②전문대졸 이하 ③ 대졸 이하 ④ 대학원 석사졸업 이
하
④박사 이상

4. 귀하가 현재 업종에 종사한 기간은 얼마입니까?
① 3년 미만 ② 3~5년 ③ 6~9년 ④ 10~19년 ⑤ 20년 이상
5. 귀하의 업태는?
① 제조업 ② 비제조업
6. 귀하의 종업원 수는 몇 명입니까? (정규직, 비정규직 포함)
① 50명 미만 ② 50~99명 ③ 100~199명 ④ 200~299명
⑤ 300명 이상

바쁘신 와중에도 설문에 응해주시고, 성의껏 답변해 주셔서 감사합니다.

HANSUNG
UNIVERSITY

ABSTRACT

A Study on the Manufacturing Innovation through Smart Factory

– Focused on Korean Manufacturing Policy and Recognition –

Lee, Kie Seung

Major in Management Consulting

Dept. of Knowledge Service & Consulting

Graduate School of Knowledge Service

Consulting

Hansung University

As the whole world is facing intense competition, low growth, and aging, the whole world feels a sense of crisis along with the manufacturing industry in Korea. In order to solve such low growth and aging, Smart Factory has emerged along with the Fourth Industrial Revolution. In addition to each of the major countries, Korea has also developed the process of manufacturing innovation 3.0, and the government announced that it would create 10,000 smart factories by 2020 as a policy task.

The purpose of this paper is to provide a comprehensive understanding of how the Korean manufacturing industry is working in the Korean economy. Prerequisites for Smart Factory. In this way, we will build a Smart Factory. In addition, I would like to suggest a policy problem for Korea's innovation industry, and if there is a problem, its implications and alternatives.

As a method for achieving these research objectives, I would like to know how smart factories are perceived by those working in the manufacturing

industry mainly in the Namdong Industrial Complex, those consulting in the manufacturing industry, and graduate students studying consulting, The questionnaire survey was conducted to determine whether the The questionnaire was asked to what extent they perceived prior tasks in building smart factories in Korea.

In this study, unlike the government's promotion, it was found that SME factory was not recognized as a general rule about manufacturing innovation 3.0, which is a government policy in the field of manufacturing, and it was found that SME factory's pre-tasks (① standardization, ② safety and security ③ communication infrastructure The government is expected to prioritize the establishment of 10,000 smart factories by 2020, and the government should take the initiative in the policy. It is considered that public relations and national understanding are necessary, and a system that meets international standards and problems such as trust between companies, companies, and corporations is needed to solve the pre-related problems before establishing Smart Factory.

The future task of this research is that the Smart Factory is just an emerging topic, and it seems that investment in the preliminary research and basic science is needed and except for the technical part, it is still a limited situation, but the solution of the pre And Smart Factory's research on the Korean society will be a big challenge in the future.

Keywords: Smart factory, manufacturing innovation, manufacturing 3.0, standardization, major country policy