

A Study on Factors Influencing the Introduction of Smart Factory : Focusing on Small and Medium-sized Enterprises in Korea

Hanju Kim* · Hoon Huh** · Jae Won Kang*** · Jeman Boo****†

*School of Business Administration, Hanyang University

**BaeSeok Art University Department of Business Administration

***Korea Small Business Institute

****School of Business Administration, Hanyang University

스마트팩토리 도입시 영향을 미치는 요인에 관한 연구 : 국내 중소기업을 중심으로

김한주* · 허 훈** · 강재원*** · 부제만****†

*한양대학교 경영학부

**백석예술대학 경영과

***중소기업연구원

****한양대학교 경영학부

In this study, we analyzed the factors affecting the introduction of Smart Factory by domestic SMEs through AHP analysis and tried to provide implications for the introduction of Smart Factory. It was confirmed that the manufacturing and introduction group, the non-manufacturing introduction group, and the already introduced group had the highest weight in the cost reduction in the first hierarchy standard. At this time, it can be seen that the weight for cost reduction is relatively high in the manufacturing introduction group and the introduction group, and the weight for the productivity improvement is relatively high in the non-manufacturing introduction group. It can also be seen that the portion of marketing enhancement does not have a significant impact on smart factory choices. It was confirmed that image enhancement is the highest in the manufacturing introduction group and the non-manufacturing introduction group in the first hierarchy standard, and the marketing has the highest weight in the introduction group. In the two - tiered standard, customer - friendly and proper inventory maintenance weights were relatively high in all the introduced groups, except for the high rankings.

Keywords : Analytic Hierarchy Process(AHP), Optional Properties, Smart Factory

1. 서 론

1.1 연구의 배경

독일은 2011년부터 자국의 산업과 제조업의 활성화를

위해 'Industry 4.0'의 단어를 처음 사용하였으며 다보스포럼을 통해 4차 산업혁명이라는 키워드가 전 세계 정치, 경제, 사회, 문화에 강력한 영향력을 미치고 있다.

18세기 영국의 증기기관으로 1차 산업혁명이 시작되며 사람의 노동력을 기계가 대체하게 되었고 20세기 초에 포드와 같은 회사가 전기를 사용해 대량생산 및 표준화 체계가 현실화되며 2차 산업혁명시대를 이끌었다. 20세기 말 인터넷의 탄생과 정보화, 자동화를 통한 생산시스템을 토대로 3차 산업혁명이라는 이름이 명명되게 된다.

Received 2 September 2019; Finally Revised 25 September 2019;
Accepted 26 September 2019

† Corresponding Author : boojeaman@hanmail.net

〈Table 1〉 Comparison of the Fourth Industrial Revolution Policy and Manufacturing Industry of Major Countries

	United States	Germany	China	Japan	Republic of Korea
National Policy	A Strategy for American Innovation	Industry 4.0	China Manufacture 2025	Industrial Revival Plan	Manufacturing Innovation 3.0
Main Association	Industrial Internet Consortium	Platform Industry 4.0	China Industry 4.0 Industry	Industry Value Supply Chain Association/ Robot Innovation Association	Smart Factory Organization
Percentage of Manufacturing to GDP	12%	23%	28%	19%	30%
2016 Global Manufacturing Competitiveness Rank	2	3	1	4	5
2020 Global Manufacturing Competitiveness Rank (Prediction)	1	3	2	4	6
Characteristic of Industrial Structure	Global Conglomerate	Global Small firm	Government-owned firm	Material Parts Firm	Conglomerate by Korean Chaebol
Global Competitive Field	IT, Software, Data Analysis	Supply Chain Software, Machine Industry	Mass Production	Robot, parts, miniaturization	Product Manufacturing Effectiveness

4차산업혁명에 반드시 등장하는 키워드는 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 5G, 로봇, 3D프린터, 빅데이터, 스마트팩토리 등을 들 수 있다. 스마트팩토리는 위에서 언급한 모든 것이 통합되어 이루어지는 4차산업혁명의 총망라의 결과물이라 할 수 있다.

스마트팩토리는 설계, 개발, 유통, 물류, 판매 등 생산 및 전 과정에 정보통신기술(ICT)을 적용하며 센서와 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템(CPS, Cyber Physical System) 등의 신기술과 접목되어 제조의 모든 단계가 디지털화, 자동화되고 모든 공정이 서로 실시간 연동되는 생산체제이며 최소비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하게 된다.

공장자동화와 스마트팩토리는 어떻게 다를까? 과거 ‘공장자동화’는 생산시설을 무인화하고 관리를 자동화하지만 단위 공정별로만 최적화가 이뤄져 있어 전체 공정이 유기적이지 않았다. 반면, 스마트 팩토리는 공장자동화가 진화한 형태이고, ICT 제조기술이 융합해 공장 내 장비 부품들이 서로 소통하면서 최적의 생산 및 체계를 구축해 고객맞춤형 제품뿐만 아니라 다품종 복합 생산이 가능한 유연한 생산체계를 구현하며 이는 전후 공정간 데이터를 자유롭게 연계할 수 있어 총체적인 관점에서 최적화를 이룰 수 있다.

1.2 연구의 목적

4차산업혁명의 핵심기능들의 융합체인 스마트팩토리는 전 세계적인 관심과 집중에 힘입어 지속적인 성장을 견인하고 있다. 우리나라정부는 문재인정부 들어 대통령직속 4차산업혁명 위원회가 설치되었다. 정부와 각 산업별협회 등 스마트팩토리 확산에 열을 올리고 있지만 대기업과 일부 중견기업 외에는 아직까지 필요성에 대한 인식제고와 스마트팩토리를 도입하면서 어떤 것에 더 중점을 둘지에 대해 의견이 엇갈린다. 중소기업은 상대적으로 정보력과 자금력

도 많이 부족하며 결정을 하여 구축을 해놓고 지속적인 비용 때문에 힘들어 하는 기업도 적지 않게 볼 수 있다.

많은 기업들이 여러 가지 요인으로 스마트팩토리의 도입을 망설이고 있다. 본 연구를 통해 스마트팩토리 도입에 따른 고려요인을 통해 목표와 방향을 정확하게 설정할 수 있도록 하는 것이 연구의 목적이다.

2. 이론적 배경

2.1 스마트팩토리의 현황

전통적 제조강국이었던 독일, 미국, 일본을 비롯하여 한때 신흥제조강국이었던 우리나라도 글로벌경쟁력확보라는 이름으로 인건비가 싸거나 원료의 조달, 무역장벽 등의 이유로 공장을 이전하고 제조강국의 자리를 중국이나 인도, 베트남 등으로 후진국으로 자리를 내어주고 있다. 이에 전통 제조강국들은 자국 내 실업 및 소득양극화 문제가 더욱 심해지고 제조업의 기반자체가 무너지고 있는 것이 현실이며 해결방안으로 4차산업혁명이 적용된 스마트제조 시스템을 통해 침체된 자국의 제조산업을 살리고 경쟁력을 확보하려는 노력을 아끼지 않고 있다.

현재 제조경쟁력 세계 1위는 중국이다. 그 뒤를 미국과 독일, 일본이 따르는 형국이다. GDP대비 제조업비중은 한국이 30%로 제일 높고 그 뒤를 중국, 독일, 일본, 미국순으로 되어 있으며 각국별 경쟁력 높은 산업구조특성이 서로 상이하다. 특이할 사항은 독일은 글로벌강소기업을 중심으로 일본은 소재부품기업을 중심으로 강점을 가지고 있는 반면 한국의 제조경쟁력은 재벌대기업에 국한되어 있다는 점이 특징이며 제조업의 지속적 구조적 한계를 드러낸 것으로 볼 수 있겠다.

‘Industry 4.0’이라는 이름을 처음 탄생시킨 독일은 2000년대 후반부터 불거진 제조업의 후퇴와 사회, 경제측면에서 다양한 문제에 타개책으로 제조업에 대한 스마트팩토리 지원책을 펼치게 된다. 이로서 독일은 세계시장수출점유율의 상위 1~3위 상품을 보유한 히든챔피언을 1,300개 이상 보유하는 등 글로벌강소기업정책을 펴고 있으며 독일전역의 300여 개의 클러스터를 두고 산학연협력관계를 형성하여 협력기술개발 장려정책을 펴고 있다.

독일의 경우 2년간 협회차원에서 이루어지던 인더스트리4.0에 대한 부분을 정부차원에서 문제점과 발전방향을 분석하고 개선하여 2015년 플랫폼인더스트리4.0을 추진하기로 하였고, 이는 기존의 방법을 보완하고 표준화 및 참조체계 구축, 연구와 혁신, 네트워크 시스템보안, 법적체계, 인력육성 등 5개의 핵심 분야로 세분화하여 실용성과 적정성을 강화하였다.

해외에 나가있던 제조공장이 다시 독일로 돌아오며 성공적인 사례가 아디다스이다. 2016년 독일의 아디다스가 스피드팩토리라는 이름으로 독일에 공장을 세우고 동남아의 공장을 문을 닫았다. 두공장의 연간생산량은 50만 켈레지만 동남아공장은 600명이 필요한 반면 독일공장의 생산인력은 단 10명뿐이다. 이것이 가능했던 것이 스마트팩토리기술이 있었기에 가능했다. 첨단제조시스템이 단순히 인력감소에 대한 혜택만 준 게 아니라 빅데이터를 통한 고객의 니즈에 맞춘 디자인-마케팅, 생산-조달-물류계획, 판매-유통-재고의 전 과정에 ICT기술의 접목을 통해 패러다임을 바꾸게 된 계기가 되었다.

한편 독일의 명품주방가구 메이커인 노빌리아의 경우 빅데이터를 통한 소비자의 다양한 요구에 맞춘 고객맞춤형생산으로 세계시장점유율 1위를 달성하고 있다. 각종 ICT센서와 소프트웨어를 통한 스마트제조시스템은 85가지 색상, 215가지 크기 등 2만여 가지 조합의 제품이 다양한 고객의 요구에 충족하며 제품만족도와 고객충성도를 향상시키고 있다.

미국의 경우 2012년 국가첨단제조전략이라는 제조업 부흥정책을 통해 국가시책을 선보였으나 그 역할은 미미하였다 오히려 민간기업인 GE의 산업인터넷(industrial internet) 전략추진, 중소기업들의 리쇼어링(미국으로의 제조업 회귀)에 대한 인식변화로 인한 사회, 경제적 반향을 불러 일으켰다.

미국 스마트팩토리의 대표적인 기업은 GE이다. GE는 스마트팩토리에 그치지 않고 프레딕스라는 산업 클라우드 기반 플랫폼을 만들었다. 앨레바마주 오번에 위치한 항공관련 공장에서는 30대의 3D프린터가 제트엔진에 쓰이는 연료노즐을 만들어 내고 있다. 또한 생산한 발전소터빈, 항공기엔진 안에 센서를 설치하고 그 데이터값을 실시간으로 전송 받아 터빈과 엔진의 현 상태와 앞으로 교체해야

할 소모성부속의 수명, 고장징후 미리예측 등의 데이터 분석을 고객에 제공하여 최적의 컨디션으로 유지시킴으로서 제품의 신뢰도를 높임과 동시에 추가적인 수익을 창출해 나가는 등 스마트팩토리시대를 앞서 나가고 있다.

전기자동차의 선두주자인 테슬라의 캘리포니아공장은 스마트팩토리를 통해 로봇과 사람이 함께 자동차를 설계, 제작한다. 부품의 이동도 스마트무브라는 카트카를 통해 이루어지며 쿠카라는 로봇을 통해 자동차 강판의 절단과 절곡, 조립이 이루어진다. 모든 생산과정이 센서와 카메라를 통해 데이터로 축적되며 이 데이터는 효율적인 생산관리와 불량률감소에 활용된다. 테슬라는 현재 짓고 있는 2차전지생산공장인 기가팩토리를 통해 CPU의 두뇌처럼 연산, 제어되어 알아서 계획하고 제어되고 문제를 해결하는 스마트팩토리를 선보일 예정이다

Business Insiderdp 따르면 세계 스마트팩토리의 시장규모 가치는 연평균 10.4% 성장할 것이며 2020년까지 7,480억 달러에 이를 것으로 전망하고 있으며 유럽이 세계시장의 35%, APEC국가가 29% 미국이 22%를 차지하고 있다

2.2 국내 스마트팩토리 현황

GDP대비 제조업비율이 30%를 상회하는 한국은 제조업의 경쟁력을 높이고 새로운 산업생태계의 적응 및 선도를 위해서 반드시 스마트팩토리를 도입하여야 한다.

대한민국 정부는 제조업의 성장동력 강화를 목표로 제조업과 IT융합을 통한 생산현장, 제품, 지역생태계를 혁신하고 성공사례를 조기창출하여 제조업전반으로 확산하고자 하는 제조업혁신3.0 전략을 마련하고 있다.

정부는 2018년 하반기부터 대·중견기업과 공공기관이 중소기업의 혁신 활동을 지원하는 산업혁신운동 2단계 전략을 추진해 스마트 팩토리 구축을 지원하고 있다.

<Table 2> Manufacturing Innovation 3.0 Strategy Propelling Strategy

Propelling Strategy	Detailed Assignment
Spread of Smart Factory	Promoting 10,000 Smart Factories and Creating 8 Smart Manufacturing Technologies by 2020
Creating New Industry	Creating new industry by using High-speed vertical take-off drone, personalized health care system, Marine Plant for extreme Environment
Smartization Local Industrial Parks	Connect regional specialized industries with the main areas of large enterprises by innovating 17 local industrial parks and establishing a living culture base
Facilitating Business reorganization	Developing a new complex by activating licensing fast-track and demonstrating zone for new convergence products like smart cars

Source : Ministry of Trade, Industry and Energy 2015.

정부는 올해 스마트공장보급과 스마트산단 추진을 포함한 중소기업 스마트제조혁신 예산으로 1조 2086억 원을 배정했고 2022년까지 스마트 공장을 3만 개로 늘릴 것이라고 발표함으로써 우리나라도 본격적으로 스마트팩토리를 국가의 핵심경쟁력으로 발전시켜나갈 방안이다.

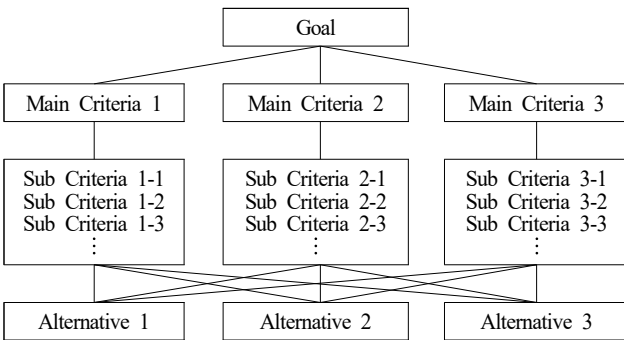
2.3 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법

AHP기법은 1970년대 초 합리적 의사결정을 지원하기 위해 R.W. Saaty에 의해 고안된 기법으로, 의사결정에 여러 가지 평가기준이 존재할 때, 각 기준을 쌍대 비교하고 계층화 하여 분석함으로써 가장 최적의 의사결정을 내리는 기법이다[2,3].

AHP는 복잡한 문제를 구조화하고 세부 요인들로 나눠 계층구조로 나타내어 주관적인 평가와 더불어 더 쉽게 이해할 수 있도록 한다. 주관적인 평가는 각 요인들의 서열을 나타내는 수치적으로 나타내 순위를 측정하는데 활용할 수 있다. AHP기법은 다섯 가지 단계를 따른다.

2.3.1 1단계 : 계층화시키기

목표에 영향을 줄 수 있는 요인들을 최종목표, 의사결정요인, 하부 의사결정요인 등의 계층구조로 세분화해야 한다. 이때 <Figure 1>과 같이 최상단에는 최종목표를 기록하고 그 아래 계층에는 상위의사결정요인을 기록하며, 그 아래에는 하위의사결정요인을 기록한다. 최하단에는 비교되어야 하는 대안들을 위치시켜야 한다[4].



<Figure 1> General Layout

2.3.2 2단계 : 쌍대비교 하기

다음은 각 요인에 부여되는 가중치를 나타내는 질적 척도(qualitative scale)에 대한 데이터를 수집하는 단계이

다. 각 요인들을 1대1로 비교를 하여 각 요인들의 중요도를 비교하게 된다. 다양한 요인들을 갖고 있을 때에는 한 번에 상대적인 중요도를 결정하기 어렵다. 따라서 쌍대비교 하는 방식을 통해 가중치를 선정한다. 데이터는 <Table 3>과 같이 제작된 설문문을 통해 수집한다[4].

2.3.3 3단계 : 정방행렬로 나타내기

쌍대비교의 결과를 행렬로 나타낼 수 있다. n개의 의사결정 요인이 있을 때, 이는 아래와 같이 n×n의 행렬로 나타낼 수 있다. a_{ij} 는 의사결정요인 j에 대한 의사결정요인 i의 상대적 중요도를 나타내는 성분이다. 즉 a_{ji} 의 의사결정요인 i에 대한 의사결정요인 j의 상대적 중요도를 의미하고 이는 a_{ij} 의 역수이다. 또한 a_{ii} 의 경우에는 중요도의 우위가 없으므로 1의 값을 가지게 된다. 위와 같은 원리에 따라 $\frac{n \times (n-1)}{2}$ 의 쌍대비교 개수가 필요함을 알 수 있다[4].

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

2.3.4 4단계 : 상대적 가중치 구하기

쌍대비교를 통해 구한 값을 이용하여 각 요소들의 상대적 가중치를 구하는 단계로, 고유치(eigenvalue)를 활용한다. 각 요소가 갖는 가중치를 각 $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ 이라고 했을 때 $a_{ij} = \frac{w_1}{w_2}$ 의 꼴로 나타낼 수 있다. 이를 행렬에 다시 대입하면 다음과 같다[4].

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_2 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

이는 $AW = \lambda W$ 인 특수한 형태임을 알 수 있다. λ 는 A에 대응하는 고윳값이라고 하며, W는 λ 에 대응하는 고유벡터이다. λ 가 고윳값이 되기 위해서 $(A - \lambda I)$ 의 역행렬이 존재하지 않아야 하므로 행렬식의 값은 0이 되어야 하고, 이는 다음과 같이 나타낼 수 있다[4].

<Table 3> Survey form for Pair Comparison

	Very Important		Important		Less Important		Equal		Less Important		Important		Very Important	
A	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	B

$$\det(A - \lambda I) = 0$$

2.3.5 5단계 : 일관성 비율 검정하기

설문을 통해 얻은 데이터는 응답자의 주관에 개입되기 때문에 요인이 많을수록 일관성의 유지가 어려워지므로 검정의 단계가 필요하다. 일관성비율(C.R : Consistency Ratio)을 이용하여 검정을 하는데 이 값은 일관성 지표(C.I : Consistency Index)를 무작위 지표(R.I : Random Index)로 나눈 값으로서 Saaty는 이 값이 0.1보다 작을 때 일관성을 인정할 수 있다고 제시하였다[3, 4, 5].

$$C.R = \frac{C.I}{R.I}$$

$$C.I = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

3. 연구모형 및 방법

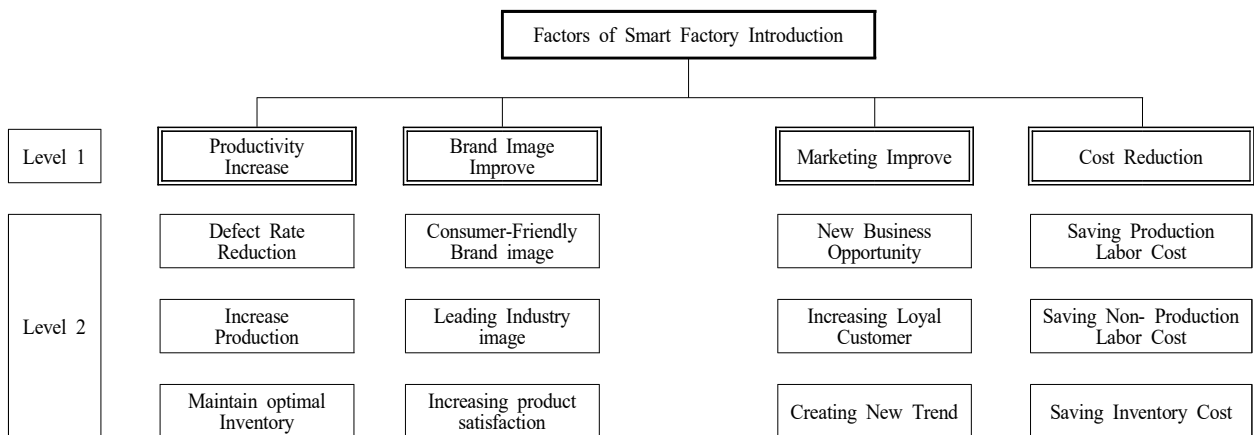
AHP 분석을 이용하여 의사결정을 하면 계층화를 통한 기준의 세분화를 통해 더 쉽고 간결하게 의사결정을 할 수 있으며, 각 요인에 대한 가중치를 계산함으로써 정확성 또한 얻을 수 있다. 즉, AHP는 정량적 접근과 정성적 접근이 잘 조화되어 나타나는 효과적인 기법이다[1].

따라서 본 연구에서 사용될 1차 기준은 생산성향상, 이미지제고, 마케팅향상, 비용절감 등 총 4가지로 선정하였다. 4가지 요인에 따른 12개의 세부 요인은 <Table 4>과 같이 나타낼 수 있다[5, 6].

위와 같은 선정 방식에 따라 최종적으로 본 연구에 사용할 계층적 모형은 <Figure 2>와 같이 나타낼 수 있다. 생산성향상, 이미지제고, 마케팅향상, 비용절감의 4가지 주 기준과 12개의 세부 기준으로 구성된 2계층으로 구성되었으며, 세부적 조작적 정의의 내용은 <Table 4>와 같이 나타내었다.

<Table 4> Definition of Factors of Smart Factory Introduction by Hierarchy

Level 1	Level 2	Level 3	Definition
Factors of Smart Factory Introduction	Productivity Increase	Defect Rate Reduction	Do you expect the defect rate to decrease in product production?
		Increase Production	Do you expect to increase production with the introduction of smart factory?
		Maintain optimal Inventory	Is the inventory expected to be maintained in comparison to the existing production methods?
	Brand Image Improve	Consumer-Friendly Brand image	Will customer intimacy with the company increase?
		Leading Industry image	Do you expect a leading brand image within the same industry?
		Increasing product satisfaction	Do you expect product satisfaction to increase?
	Marketing Improve	New Business Opportunity	Do you expect customer participation in product production to create new opportunities?
		Increasing Loyal Customer	Do you expect customer participation in product production to increase loyal customers?
		Creating New Trend	Do you expect new trends to be created with the participation of customers in product production?
	Cost Reduction	Saving Production Labor Cost	Do you expect to save on labor costs of production manpower?
		Saving Non- Production Labor Cost	Do you expect to save on labor costs of non-production manpower?
		Saving Inventory Cost	Do you expect to save on inventory costs?



<Figure 2> The AHP Hierarchical Model of this Study

4. 분석결과

4.1 연구방법 및 대상

본 연구를 수행하기 위하여 기업을 운영하거나 기업에 종사하고 있는 임직원인 성인을 대상으로 2018년 6월 1일부터 6월 16일까지 총 16일간 직접대면 설문 및 온라인 설문 방식을 사용하여 설문을 실시하였다. 제조업인지, 제조업이 아닌지, 스마트팩토리를 이미 시행중인지 선택한 후 질문에 응답하도록 하였으며, 총 90부의 설문 응답 중 응답오류 및 통계분석에 부적합한 설문지를 제외한 총 81부의 설문지를 최종분석에 이용하였다.

4.2 표본의 인구통계학적 특성

표본의 특성을 살펴보기 위하여 빈도분석을 실시하였으며, 주요 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Demographic Characteristics and Details in Industry

		Frequency (persons)	Percentage (%)
Gender	Male	62	76.54
	Female	19	23.45
Age	20~29	12	14.81
	30~39	21	25.92
	40~49	35	43.20
	50~59	13	16.04
	Above 60	0	0
Position in Company	Clerk(Staff)	17	20.98
	Manager	10	12.34
	General Manager	7	8.64
	Director	8	9.87
	Executives	12	14.81
	CEO	22	27.16
Job in Company (Multiple Response)	Others	5	6.17
	Management	45	55.55
	Administration	26	32.09
	R&D	9	11.11
	Human Resources	3	3.70
	Purchasing	4	4.93
Type of Business	Support	4	4.93
	Others	12	14.81
	Manufacturing	30	37.03
	Distribution	7	8.64
	Service	29	35.80
	R&D	8	9.87
Industry	Others	7	8.64
	IT & ICT	18	22.22
	Machinery/Manufacture	7	8.64
	Software	4	4.93
	Construction	6	7.40
	Cosmetics/Chemical	7	8.64
	Retail and Distribution	6	7.40
	Service	23	28.39
Others	10	12.34	

성별 분포는 남성이 62명(76.54%), 여성이 19명(23.45%)으로 나타났다. 연령별로는 20대 12명(14.81%), 30대 21명(25.92%), 40대 35명(43.20%), 50대 13명(16.04%)으로 나타났다. 업종별로는 제조업이 30명(37.03%)으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 서비스업 29명(35.08%), 연구개발 5명(9.87%), 유통업 7명(8.64%) 순으로 분석되었다.

4.3 제1계층 우선순위 분석 결과

스마트팩토리 선택속성의 제 1 계층을 생산성향상, 이미지제고, 마케팅향상, 비용절감으로 선정하였다. 81건의 전체 응답에 대해 제1계층 비교를 분석한 결과 1위가 0.3235로 이미지제고였고, 2위는 0.2838의 마케팅향상, 3위는 0.1882의 비용절감, 4위는 0.1753의 생산성향상이었다. 해당 결과의 CR값은 0.1473으로 0.2보다 작아 분석이 유효한 것으로 판단하였다.

<Table 6> Weight on Main Criteria : Total

Selection Criteria	Productivity Increase	Brand Image Improve	Marketing Improve	Cost Reduction	Total
Weight	0.1753	0.3235	0.2838	0.1882	1.0000

<Table 7> Weight on Main Criteria : Manufacturing and will Introduce Smart Factory (Manufacturing)

Selection Criteria	Productivity Increase	Brand Image Improve	Marketing Improve	Cost Reduction	Total
Weight	0.1655	0.3373	0.2840	0.2133	1.0000

<Table 8> Weight on Main Criteria : Non-Manufacturing and will introduce Smart Factory (Non-Manufacturing)

Selection Criteria	Productivity Increase	Brand Image Improve	Marketing Improve	Cost Reduction	Total
Weight	0.1981	0.3693	0.2686	0.1640	1.0000

<Table 9> Weight on Main Criteria: Already introduced Smart Factory (Introduced)

Selection Criteria	Productivity Increase	Brand Image Improve	Marketing Improve	Cost Reduction	Total
Weight	0.0901	0.3186	0.3691	0.2294	1.0000

스마트팩토리 선택에 있어서 가장 우선적인 선택속성은 제조도입군, 비제조도입군, 두 조건이 이미지제고였고

이미도입군은 마케팅향상으로 나타났다. 스마트팩토리는 기업의 기획, 설계, 제조, 마케팅 등 전 과정에 걸쳐 혁신이 이루어지며 고객맞춤생산, 불량률 감소등 기업과 브랜드이미지의 긍정적인 영향을 미치므로 이미지제고를 가장 중요하게 생각하는 것을 알 수 있다. 이미지제고에 대한 가중치는 비제조업군이 가장 높았으며, 다음으로는 제조도입군과 이미도입군 순으로 나타났다. 이는 비제조업군일수록 이미지제고에 대한 기대를 중요시 한 것으로 해석할 수 있다.

마케팅향상에 대한 가중치는 이미도입군에서 상대적으로 높게 나타났는데 이는 스마트팩토리도입을 통해 이미 마케팅 향상이 이루어 졌음을 보여주며 향후 기대하는 바도 크다는 것을 알 수 있다, 그 다음으로는 제조도입군과 비제조도입군이 비슷한 양상으로 조사되었다.

비용절감에 대한 가중치는 비제조도입군에서 상대적으로 적게 기대하는 것으로 조사되었고 제조도입군과 이미도입군에서는 유사할 것으로 조사되었다

생산성향상은 비제조도입군의 기대가 높았고 이미도입군의 기대치가 상대적으로 많이 낮았다. 이는 이미도입군에서 생산성향상의 결과가 적어 향후 기대치에도 많은 영향을 미칠 것이라고 기대하는 것으로 나타났다.

4.4 제2계층 세부요인별 우선순위 분석 결과

모든 조사대상군에서 생산성향상에 대한 도입고려사항이 제일 적게 비중을 두는 것으로 나타났다. 하위요소에서는 적정재고 유지 0.3891, 불량률감소 0.3632, 생산량증가 0.2477로 나타났고 이는 생산성향상의 기준 중 불량률감소나 생산량증가보다는 적정재고유지가 가장 큰 고려사항으로 나타났다.

<Table 10> Sub-Criteria weights of Productivity Increase: Total

Selection Criteria	Defect Rate Reduction	Increase Production	Maintain optimal Inventory	Total
Weight	0.3632	0.2477	0.3891	1.0000

불량률감소에 대한 부분은 비제조도입군 0.4179, 제조도입군 0.3380, 이미도입군 0.2098순이었으며 생산량증가 질문에서는 조사대상군 모두가 유사한 양상으로 분석된다.

이미도입군의 경우 적정재고에 대한 가중치가 0.5864로 다른 도입군에 비해 상대적으로 높았으며 비제조도입군이 0.3256으로 비교적 낮은 기대를 하는 것으로 나타났다.

<Table 11> Sub-Criteria weights of Brand Image Improve : Total

Selection Criteria	Consumer-Friendly Brand Image	Leading Industry Image	Increase Product Satisfaction	Total
Weight	0.4613	0.2673	0.2714	1.0000

제조도입군 0.3373, 비제조도입군 0.3693 등 아직 스마트팩토리가 도입되지 않은 군에서 이미지제고가 차지하는 비중이 제일 높았으며 이미 도입군에서는 마케팅향상 0.3691에 이어 두 번째로 0.3186으로 분석되었다

전체군의 하위요소에서는 고객친화이미지 0.4613으로 제품만족도증가 0.2714, 산업선도이미지 0.2673의 순으로 나타났으며 스마트팩토리도입이 곧 고객친화이미지가 증가할 것으로 기대하며 도입고려사유로 꼽는 것으로 분석되었다.

고객친화이미지 다음으로 꼽은 것이 제조도입군의 경우 산업선도 0.2563보다 많은 제품만족 0.3139이었으며 비제조도입군과 이미도입군은 제품만족보다는 산업선도 이미지에 더 비중을 두는 것으로 분석되었다. 국산, 수입, 수제 맥주 모두 하위요소의 순위는 같지만 가중치에서는 차이를 나타내고 있다.

<Table 12> Sub-Criteria weights of Marketing Improve: Total

Selection Criteria	New Business Opportunity	Increasing Loyal Customer	Creating New Trend	Total
Weight	0.3168	0.3623	0.3209	1.0000

이미도입군 0.3691이 제조도입군 0.2840, 비제조도입군 0.2686에 비해 스마트팩토리 도입시에 마케팅향상을 도입고려사항으로 꼽는 것으로 분석되었다. 이미도입군은 스마트팩토리도입을 통해 다른 어떤 요소보다 마케팅향상을 경험했을 가능성이 높았으며 향후 2단계, 3단계 등 고도화도입시에도 마케팅향상을 도입고려사항으로 선택한 것으로 분석된다.

하위요소에서는 충성고객증대 0.3623, 새로운 트렌드 창출 0.3209, 새로운 영업기회 0.3168로 마케팅향상기준에서 충성고객증대를 가장 비중 있게 선택하였다. 또한 새로운 기회를 선택한 제조도입군 0.3997, 비제조도입군 0.3228에 비해 이미도입군 0.4007이 새로운 기회가 될 것 기대가 고려사항에 포함된 것으로 분석되었다

하위요소 중 새로운 트렌드창출은 제조도입군 0.3914이 가장 높은 것으로 나타났으며 비제조도입군 0.2908, 이미도입군이 0.2300순으로 분석되었다.

<Table 13> Sub-Criteria weights of Cost Reduction

Selection Criteria	Saving Production Labor Cost	Saving Non-Production Labor Cost	Saving Inventory Cost	Total
Weight	0.2280	0.4111	0.3609	1.0000

도입고려사항 상위항목 중 세 번째인 비용절감은 이미도입군 0.2294, 제조도입군 0.2133, 비제조도입군 0.1640으로 나타나 이미도입군에서 실제로 미도입군에 비해 비용절감을 경험하였거나 향후 비용절감이 추가도입시 고려사항임을 나타내었다.

비용절감 하위요소의 기준은 먼저 인건비절감에 대한 기준을 제시하되 생산인력과 비생산인력으로 구분하여 어떤 인력이 줄어든 것으로 기대하며 도입고려를 하는지 알아보았다. 생산인력인건비절감 0.2280보다 비생산인력인건비절감 0.4111로 2배 정도 응답이 많았다. 스마트팩토리도입이 비생산인력의 절감으로 고려되는 것으로 분석된다.

생산인건비절감은 이미도입군 0.3783, 비제조도입군 0.2402, 제조도입군 0.1676으로 제조도입군이 상대적으로

생산인건비절감에 대한 기대가 낮은 것으로 분석되었고 반면 이미도입군은 생산인력인건비절감을 이미 경험했음을 보여주며 기대를 통한 도입고려사항으로 다른 도입군에 비해 큰 비중을 가지고 있음을 보여준다.

비생산인건비절감은 모든 도입군이 유사한 비중으로 분석되었다.

재고비용의 절감은 제조도입군 0.4485, 비제조도입군 0.3221, 이미도입군 0.2305로 제조도입군이 재고비용절감에 대한 기대가 도입고려사항으로 반영된 것으로 분석된다.

4.5 종합 우선순위 분석 결과

위계층과 하위계층에서 분석한 결과를 토대로, 스마트팩토리 선택에 영향을 미치는 요인들 중 어떤 요인이 상대적으로 큰 영향을 미치는지 분석하고, 가중치가 큰 요인의 순서대로 나열하였다. 상위계층 요소의 가중치를 바탕으로, 각각의 하위요소의 가중치를 곱해 종합적인 가중치를 도출하였다. 이에 대한 결과는 다음 <Table 14>와 같다.

<Table 14> Comparison of Rank by weighted Score of Main and Sub Criteria

Manufacturing			Non-Manufacturing			Introduced		
Main Criteria	Sub-Criteria	Rank	Main Criteria	Sub-Criteria	Rank	Main Criteria	Sub-Criteria	Rank
Productivity Increase 0.1655	Defect Rate Reduction 0.3380	7	Productivity Increase 0.1981	Defect Rate Reduction 0.4179	3	Productivity Increase 0.0901	Defect Rate Reduction 0.2098	10
	Increase Production 0.2522	10		Increase Production 0.2564	10		Increase Production 0.2038	11
	Maintain optimal Inventory 0.4097	3		Maintain optimal Inventory 0.3256	5		Maintain optimal Inventory 0.5864	1
Brand Image Improve 0.3373	Consumer-Friendly Brand Image 0.4297	2	Brand Image Improve 0.3693	Consumer-Friendly Brand Image 0.4690	1	Brand Image Improve 0.3186	Consumer-Friendly Brand Image 0.5054	2
	Leading Industry Image 0.2563	9		Leading Industry Image 0.2886	9		Leading Industry Image 0.2009	12
	Increase Product Satisfaction 0.3139	8		Increase Product Satisfaction 0.2424	11		Increase Product Satisfaction 0.2937	7
Marketing Improve 0.2840	New Business Opportunity 0.3997	4	Marketing Improve 0.2686	New Business Opportunity 0.3228	6	Marketing Improve 0.3691	New Business Opportunity 0.4007	3
	Increasing Loyal Customer 0.2089	11		Increasing Loyal Customer 0.3864	4		Increasing Loyal Customer 0.3693	6
	Creating New Trend 0.3914	5		Creating New Trend 0.2908	8		Creating New Trend 0.2300	9
Cost Reduction 0.2133	Saving Production Labor Cost 0.1676	12	Cost Reduction 0.1640	Saving Production Labor Cost 0.2402	12	Cost Reduction 0.2294	Saving Production Labor Cost 0.3783	5
	Saving Non-Production Labor Cost 0.3839	6		Saving Non-Production Labor Cost 0.4377	2		Saving Non-Production Labor Cost 0.3911	4
	Saving Inventory Cost 0.4485	1		Saving Inventory Cost 0.3221	7		Saving Inventory Cost 0.2305	7

이를 통하여 도출된 스마트팩토리 선택요인의 종합가중치 결과를 살펴보면 제조도입군의 경우 이미지제고가 0.3373로 가장 높게 나타났으며, 제조도입군 0.3373과 비제조도입군 0.3693에서 1위를 하였고 이미도입군에서는 마케팅향상 0.3691이 1위를 하였다. 상위요소에서 비용절감요소가 3위, 생산성향상요소가 4위로 나타났다. 은 같고, 이미도입군 모두 하위요소의 순위는 같지만 가중치에서는 차이를 나타내고 있다.

도입군별 하위요소를 보면 제조도입군에서 재고비용절감 0.4485을 가장 높은 비율로 고려하였으며 고객친화 0.4297, 적정재고 0.4097순이었고 생산인건비절감 0.1676으로 가장 낮았다.

비제조도입군에서는 고객친화 0.4690, 비생산인건비절감 0.4377, 불량률감소 0.4179순으로 높은 비중을 차지했으며 생산인건비절감 0.2402에 대한 고려사항이 가장 적게 분석되었다.

이미도입군의 경우 적정재고 0.5864가 가장 높은 비중을 차지했으며 고객친화 0.5054, 새로운 기회 0.4007, 비생산인건비절감 0.3911순으로 나타났으며 산업선도이미지 0.2009가 가장 낮게 나타났다.

5. 결론

5.1 연구결과 요약

본 연구는 제조도입군, 비제조도입군, 이미도입군 각각에 대하여 경영자와 기업책임자들이 어떤 선택속성을 상대적으로 더 중요하게 고려하는지 파악하고자 하였다. 이를 위해 선행연구에 대한 문헌조사를 바탕으로 스마트팩토리 선택요인을 도출하여 제조도입군, 비제조도입군, 이미도입군 각각의 우선순위를 파악하였다.

스마트팩토리 선택 속성은 해당 요소가 가지고 있는 특징을 기반으로 두 계층으로 구성된 모형으로 구성하였다. 최종적으로 구성된 계층 모형은 세부 요소가 가지고 있는 특징을 따라 구성하였으며, 상위 계층으로는 생산성향상, 이미지제고, 마케팅향상, 비용절감을 선정하였다. 이에 대한 하위 계층으로는 각각 3가지 요소를 선정하여 총 12개의 선택속성으로 모형을 구성하였다. 연구는 AHP 기법을 활용하여 각 계층별, 구성 요소별 가중치를 도출하여 종합적인 순위를 매기는 방법으로 실시하였으며, 분석에 필요한 데이터를 위해 경영자나 기업책임자들을 대상으로 직접 설문을 실시하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 상위 계층으로 설정한 생산성향상, 이미지제고, 마케팅향상, 비용절감에 대한 상대적 가중치 분석에서는

제조도입군, 비제조도입군, 이미도입군에 서는 마케팅향상이 가장 높은 우선순위를 가진 항목으로 도출되었으며, 다음으로 마케팅향상, 생산성향상, 비용절감 순으로 나타났다.

둘째, 상위 계층 및 각각의 하위 계층 구성 항목들을 종합하여 분석한 결과 고객친화가 그다음이 적정재고유지가 가장 중요하게 생각하였지만, 그 다음으로 고려하는 선택속성은 차이가 있는 것으로 분석되었다.

셋째, 제조도입군, 비제조도입군, 이미도입군 간 선택속성 순위에서 가장 큰 차이를 나타내는 항목은 재고비용절감에 대한 제조도입과 타 도입군과의 차이, 또 생산인건비절감에 대한 이미도입군과 타도입군과의 차이가 나타났다. 이는 각 도입군별 견해 차이와 특히 스마트팩토리를 이미 도입한 조사군과 아직 도입하지 않은 조사군의 입장차이가 현저히 나고 있음을 보여준다. 이에 도입군의 만족도에 대한 실제 조사를 도입고려사항에 반영하고 도입을 통해 발생된 문제와 도입 전 기대하는 기대치의 차이를 극복하는 전략을 세우는 것이 필요하다.

5.2 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 여러 의의를 지니고 있음에도 불구하고 다음과 같은 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

첫째, 설문조사가 소비자 전체를 대표할 만한 정도의 표본의 수는 아니기 때문에 결론의 일반화에 어려움이 존재한다는 한계점을 갖는다.

둘째, 기존 선행 연구들의 분석과 함께 제조업체와 비제조업체, 도입업체의 관련종사자들의 의견을 토대로 선택속성을 도출하였지만, 이 외에도 다양한 요인들이 존재할 것이다. 따라서 본 연구에서 분석된 결과가 경영자나 책임자가 스마트팩토리를 선택할 때 고려하는 모든 요인을 포함한다고 보기에는 약간의 어려움이 존재한다.

따라서 본 연구에서 분석한 결과가 경영자와 책임자가 스마트팩토리를 선택할 때 고려하는 전반적인 특성으로 보기에는 다소 어려움이 존재한다. 향후 연구에서는 더 많은 기업을 대상으로 다양한 선택요인들이 반영된 연구가 이루어지기를 기대한다.

References

- [1] Byun, D.H., A Study on the Selection of Vehicle Purchasing Model Using AHP, *Korean Management Science Review*, 1996, Vol. 13, No. 3, pp. 75-90.
- [2] Kim, Y.M. and Oh, I.K., A Study on the Application of AHP in the Decision Making of Goods-Focused on the Purchasing of Automobile Products, *Journal of Pro-*

duct Research, 1996, Vol. 14, pp. 5-26.

- [3] Kwon, K.D., Lee, S.H., and Heo, W.H., A Study on the Importance and Performance Analysis of Automotive Evaluation Properties and the Structural Study between Overall Satisfaction, Intention to repurchase and Recommendation, *Korea Journal of Business Administration*, 2004, Vol. 45, pp. 1795-1821.
- [4] Lee, Y.H., A Study on the Preference of Potential Customers for Passenger Cars, *Journal of Product Research*, 1995, Vol. 12, No. 2, p. 186.
- [5] Saaty, T.L., How to Make a Decision the Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, 1990, Vol. 48, No. 1, pp. 9-16.
- [6] Yoo, S.R., Sung, H.J., and Ko, J.Y., A Study on Selection Attributes of Beer Using Conjoint Analysis, *Journal of Tourism and Leisure Research*, 2015, Vol. 27, No. 7, pp. 341-360.

ORCID

Hanju Kim | <http://orcid.org/0000-0002-5465-0581>

Huh Hoon | <http://orcid.org/0000-0002-8968-9099>

Jae Won Kang | <http://orcid.org/0000-0003-4671-7034>

Jeman Boo | <http://orcid.org/0000-0001-8894-8098>