

Development of Smart Factory Diagnostic Model Reflecting Manufacturing Characteristics and Customized Application of Small and Medium Enterprises

Hyun-Deuk Kim* **** · Dong-Min Kim** · Kyung-Geun Lee*** · Je-Whan Yoon*** · Sekyoung Youm*†

*Department of Convergence Standard, Dongguk University

**Corporate Support Center, Incheon Technopark

***Quality Management Division, Korean Standards Association

****Standards Division, Korean Standards Association

제조업 특성을 반영한 스마트공장 진단모델 개발 및 중소기업 맞춤형 적용사례

김현득* **** · 김동민** · 이경근*** · 윤제환*** · 염세경*†

*동국대학교 융합표준학과

**인천테크노파크 기업지원센터

***한국표준협회 품질경영본부

****한국표준협회 표준본부

This study is to develop a diagnostic model for the effective introduction of smart factories in the manufacturing industry, to diagnose SMEs that have difficulties in building their own smart factory compared to large enterprise, to identify the current level and to present directions for implementation. IT, AT, and OT experts diagnosed 18 SMEs using the "Smart Factory Capacity Diagnosis Tool" developed for smart factory level assessment of companies. They analyzed the results and assessed the level by smart factory diagnosis categories. Companies' smart factory diagnostic mean score is 322 out of 1000 points, between 1 level (check) and 2 level (monitoring). According to diagnosis category, Factory Field Basic, R&D, Production/Logistics/Quality Control, Supply Chain Management and Reference Information Standardization are high but Strategy, Facility Automation, Equipment Control, Data/Information System and Effect Analysis are low. There was little difference in smart factory level depending on whether IT system was built or not. Also, Companies with large sales amount were not necessarily advantageous to smart factories. This study will help SMEs who are interested in smart factory. In order to build smart factory, it is necessary to analyze the market trends, SW/ICT and establish a smart factory strategy suitable for the company considering the characteristics of industry and business environment.

Keywords : Smart Factory, Diagnostic Model, SMEs, Value Chain, Process Innovation

Received 10 June 2019; Finally Revised 29 August 2019;

Accepted 30 August 2019

† Corresponding Author : sekyoungyoum@gmail.com

1. 서 론

2016년 다보스포럼에서 4차 산업혁명이 언급되었고 이후 전 세계적인 화두가 되면서 스마트공장이라는 새로운 제조 패러다임이 제시되었다. 현재 제조업이 직면하고 있는 인력 감소/고령화, 인건비 증가, 고객요구 다양화 등의 사회·경제적 한계를 극복하기 위한 대안으로 스마트공장이 떠오르고 있다. 우리나라는 국내 총생산 중 제조업 비중이 30%에 육박할 정도로 높으나 미국, 독일, 일본에는 기술측면에서, 중국에는 비용측면에서 밀려 고전하고 있다. 또한 2020년에는 국제 제조업 경쟁력 순위에서 인도에 밀려 5위에서 6위로 떨어질 것으로 예측되고 있어 혁신이 절실히 필요하기에 우리나라에 스마트공장의 도입은 필수 불가결하다고 할 수 있다[3].

4차 산업혁명에 대응하기 위해 독일은 ICT와 제조업의 융합, 국가 간 표준화를 통해 스마트 팩토리 등을 추진하는 Industry 4.0을 진행 중이다. 또한 미국은 제조업 경쟁력 회복을 위해 첨단제조파트너십을 추진 중이며, 일본은 비교우위산업 발굴, 신시장 창출, 인재육성 및 확보체계 개혁, 지역혁신 등을 포함한 다양한 산업재흥전략을 실행하고 있다. 중국의 경우 인터넷과 제조업의 융합을 위해 3단계의 중국제조 2025를 진행 중이다[15]. 특히 독일은 스마트공장 구현에 있어 표준의 중요성을 인식하여 Hierarchy Level, Life Cycle, Architecture와 같이 3개 축으로 구성된 RAMI(Reference Architecture Model for Industry 4.0)을 국가표준으로 제정하여 보급·확산하고 있다. 우리나라의 경우 2016년에 국가 차원에서 스마트공장 개념 정립 및 산업계 확산을 위한 한국산업표준(KS, Korean Industrial Standards)을 개발하였다. 또한 2020년 1만 개, 2022년 3만 개의 스마트공장을 목표로 보급·확산사업을 진행 중에 있다. 그러나 18년 기준 7,903개까지 진행되고 있는 스마트공장 보급은 양적인 측면에서 성공적인 것처럼 보이나 국내 기업들의 스마트공장에 대한 이해수준이나 초기 구축비용을 고려하면 현실적이지 못하다는 의견도 있다[13].

국내 대기업의 경우 기존의 자동화와 ICT를 통해 실제 제조현장의 Q(Quality), C(Cost), D(Delivery) 측면에서 고도화를 진행하고 있다. 그러나 대기업 1차 협력사를 제외한 중소기업들은 설비/시스템 및 투자자금 부족, 유지보수 등의 사후관리 미흡, 구축시스템 활용인력에 대한 부담이 크기 때문에[10] 매출기여도에 대해서는 긍정적으로 생각하면서도 쉽게 추진하지 못하고 있다. 많은 기업들이 정부 산하기관에서 시행하고 있는 각종 지원사업을 통해 스마트공장 구축을 시도하고 있지만 대부분 수작업에 의존하는 기초수준(76.4%)으로 HW와 SW가 완벽하게 융합된 ‘고도화’ 단계를 지향하지 못하고 있는 것이 현실이다[16].

이에 본 연구에서는 제조업의 실효성 있는 스마트공장 도입을 위해 진단모델을 개발하고 대기업에 비해 자체적

으로 스마트공장 도입에 어려움이 있는 중소기업을 진단하여 현 수준을 파악하고 추진방향을 제시코자 한다.

2. 선행 연구

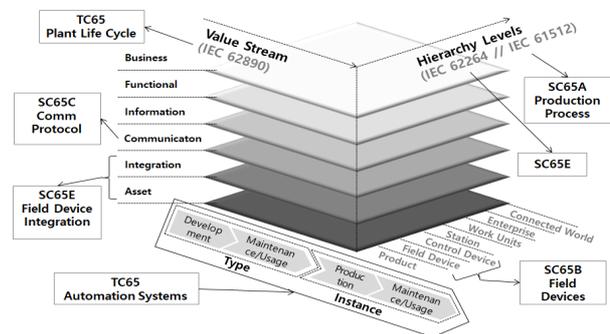
스마트공장은 기존의 IE(Industrial Engineering, 공장운영)기법과 ICT 기술(IoT, Big Data, Cloud Computing 등)을 융합하여, 기존의 공장보다 더 나은 효율(시간/품질/비용 측면)로 운영의 전 과정(고객주문, 설계, 구매, 생산, 품질관리, 서비스)을 향상시킨 공장을 의미한다. 스마트공장 개념은 공장자동화와 일부 유사한 측면이 있다. 그러나 공장자동화는 무인자동화를 통해 현 시점의 효율화를 본다면 스마트공장은 미래에 대한 예측으로 생산의 효율화를 추구한다고 볼 수 있다[9].

스마트공장은 융복합사업의 완성체로 Sensor → IoT → 빅데이터 수집 및 분석 → Value Chain 상 운영플랫폼(MES, PLM, ERP 등)과의 연계를 기본으로 한다. 스마트 제조를 위해 기업에서 고려해야 할 특성(Characteristic), 기술(Technology), 동인(Enabler Factor)은 매우 복잡하고 광범위하게 연결되어 있어 기존 제조 패러다임으로 스마트공장을 구현하는데 많은 어려움이 있다[14].

2.1 국내·외 스마트공장 추진현황

글로벌 국가들의 경우 독일은 Industry 4.0, 미국은 Re-making America와 첨단제조기술, 일본은 산업재흥플랜, 중국은 중국제조 2025로 하여 전략적으로 스마트 공장을 추진하고 있으며 한국은 제조업 혁신 3.0과 스마트공장 도입 및 확산을 진행 중이다[1].

특히 독일의 경우 <Figure 1>과 같이 Plant Life Cycle, Comm Protocol, Field Device Integration, Automation Systems, Field Device, Production Process 등의 표준을 포함한 RAMI 4.0모델을 개발하여 스마트공장 보급 및 확산에 힘쓰고 있다[4].



<Figure 1> Germany's RAMI 4.0 Smart Manufacturing Reference Model and IEC-related Standards

<Table 1> Dimension and Associated Field of Industry 4.0

Dimension	Associated Field
Strategy and Organization	<ul style="list-style-type: none"> • Strategy • Investments • Innovation management
Smart Factory	<ul style="list-style-type: none"> • Digital modeling • Equipment infrastructure • Data usage • IT systems
Smart Operations	<ul style="list-style-type: none"> • Cloud usage • IT security • Autonomous processes • Information sharing
Smart Products	<ul style="list-style-type: none"> • Data analytics in usage phase • ICT add-on functionalities
Data-driven Services	<ul style="list-style-type: none"> • Share of data used • Share of revenues • Data-driven services
Employees	<ul style="list-style-type: none"> • Skill acquisition • Employee skill sets

또한 독일에서는 인더스트리 4.0의 경험치를 가진 리더 기업들이 워크샵을 통해 인더스트리 4.0 추진을 위한 Readiness Model을 만들었다. 그 결과로 <Table 1>과 같이 6개 범주(Strategy and Organization, Smart Factory, Smart Operations, Smart Products, Data-driven Services, Employees)와 18개 하위항목을 제시하였으며 이 중 스마트공장 범주에는 Digital Modeling, Equipment Infrastructure, Data Usage, IT System과 같이 4개 하위항목이 있다. 또한 각 범주별 준비도를 6단계 수준으로 제시하였는데 20명 이상의 종업원을 가진 268개 조사대상 기업들에 대한 연구결과 0~5까지의 6단계 중 평균 0.7 수준이며 95%가 0~2 수준의 낮은 단계로 평가되었다[2].

우리나라도 국가적 차원에서 중소 제조기업의 경쟁력 강화와 일자리 창출을 위해 2020년까지 스마트공장 1만개 도입을 목표로 하며 현재까지의 우수한 성과에 따라 2022년까지 2만 개에서 3만 개로 목표를 상향하여 보급·확산에 힘쓰고 있다. 2014~2018년까지 5년간 7,903개의 중소기업 대상으로 스마트공장을 구축하였으며 그 결과 생산성 30% 증가, 불량률 43.5% 감소, 고용창출 2.2명 증가 등 Q(Quality), C(Cost), D(Delivery), P(Productivity), S(Safety) 측면에서 획기적인 성과를 거두었다[12].

스마트공장 보급·확산과 목표 달성을 위해 <Table 2>와 같이 스마트공장의 기본개념과 구조, 용어, 운영관리 시스템(진단 평가 모델)에 대해 2016년 6월에 KS가 제정되었다[5, 6, 7].

2014년부터 스마트공장 사업을 지원한 산업통상자원부와 민관합동 스마트공장 추진단은 스마트공장을 정의하

<Table 2> Smart Factory-Related Korean Standard

Standard Number	Standard Name
KS X 9001-1	Smart Factory - Part 1 : Basic Concepts and Structure
KS X 9001-2	Smart Factory - Part 2 : Terminology
KS X 9001-3	Smart Factory - Part 3 : Operation Management System (Diagnostics and Assessment Model)

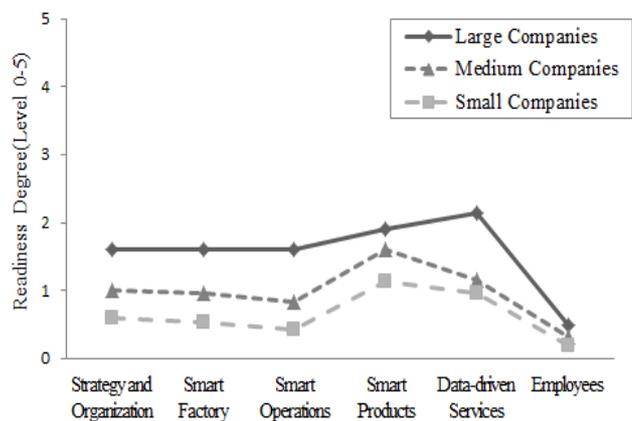
<Table 3> Smart Factory Level

Level	Description	Portion
Advancement	Customized flexible production and intelligent factory	-
Intermediate2	Production process control through system	2.1%
Intermediate1	Real-time collection and analysis of production information	21.5%
Basic	Production information digitization and production history management	76.4%

면서 구축 성숙도를 <Table 3>과 같이 기초, 중간1, 중간2, 고도화 4개로 구분하고 있다. 국가적인 활발한 지원에도 불구하고 아직까지 우리나라 기업의 스마트공장 구축 수준은 대부분 기초단계(76.4%)에 머물고 있다[16].

2.2 기업규모별 스마트공장 구축

<Figure 2>에서 보는 바와 같이 인더스트리 4.0 범주에 대해 기업규모에 따른 구축준비도를 살펴보면 전반적으로 기업규모가 작을수록 준비도가 낮아 중소기업일수록 인더스트리 4.0, 스마트공장 대응이 쉽지 않음을 알 수 있다[2].



<Figure 2> Readiness Measurement by Company Size

<Table 4> Obstacles of adopting Industry 4.0 : Difference between SME and Large Enterprise

Factor	Small and Medium Enterprise	Large Enterprise
Insufficient Resources	75	56
Insufficient Know-How	65	46
Insufficient IT Infrastructure	53	15
Unprepared Process/Organization	50	30
High Training Demand of Employees	55	39
Insufficient Profit Transparency	60	35
Selection of the Right Solution	65	19
Old Production Technology/Equipment	55	21

또한 <Table 4>에서와 같이 2015년 독일 연방경제에너지부의 발표 자료에 의하면 중소·중견기업은 대기업에 비해 스마트공장을 포함한 인더스트리 4.0 추진을 위한 기본요소인 자원, IT 인프라, 프로세스, 생산기술/장비 측면에서 모두 열위에 있는 것으로 나타났다[8].

이처럼 대기업에 비해 인적·물적자원이 열악한 중소기업을 위해 국가에서는 스마트공장 보급·확산사업, 대·중소 상생형 스마트공장 구축지원 사업 등으로 다양하게 지원하고 있다. 스마트공장의 완성형은 HW와 SW가 완벽하게 융합된 ‘고도화’ 단계이나 현재 스마트공장 지원사업은 수적인 목표달성을 위해 단가가 저렴한 SW보급에 치중되어 있다[3]. SW는 대부분 외부 IT 솔루션업체를 통해 도입되나 단순 SW도입 시 기업에 제대로 내재화되어 활용되는 구축성공률이 높지 않기 때문에(30% 수준) [17] 스마트공장 추진방향의 명확화, 업무 프로세스 반영, 설비·정보 시스템과의 연계 등 이루어져야 한다.

국내 스마트제조에 대한 인식조사 결과 스마트제조에 대한 중소기업의 인지도는 53%로 높지 않았고 실제 자동화·지능화 관련 설비·솔루션을 도입한 기업도 14.6%로 낮았다. 반면 자동화·지능화를 위해 52.6%가 투자의향이 있으며 스마트제조 설비 도입에 따른 기업의 매출액 향상, 투자회수도 긍정적으로 보고 있다. 장애요인으로 예상되는 인력채용, 직원교육, 사후관리, 투자자금 부족 등이 해결될 경우 스마트공장 보급 및 확산은 가속화될 수 있을 것으로 판단된다[3].

3. 스마트공장 진단모델 개발 및 적용결과

3.1 스마트공장 진단모델 개발

본 연구에 적용된 스마트공장 수준평가 진단모델은 2018년까지 총 18개월에 걸쳐 개발되었으며 스마트공장 전문가 그룹, 기업체 직무담당자, HW/SW 전문가 등 15여

<Table 5> Main and Sub Category of Smart Factory Diagnosis

No	Main Category	Sub Category
(1)	Strategy	<ul style="list-style-type: none"> • CEO&Executive • Smart factory building strategy • Organization
(2)	Factory Field Basic	<ul style="list-style-type: none"> • Field control
(3)	Facility Automation	<ul style="list-style-type: none"> • Production line • Logistics equipment • Inspection equipment • Utility equipment • Common sector
(4)	Business Process	<ul style="list-style-type: none"> • R&D(Production Technology) • Production control (Production plan & Process control) • Quality control • Equipment control • Supply chain management
(5)	Reference Information Standardization	<ul style="list-style-type: none"> • R&D • Production control • Quality control • Equipment control • Supply chain management
(6)	Equipment System Connection	<ul style="list-style-type: none"> • Production equipment • Logistics equipment • Inspection equipment • Utility equipment
(7)	Information System	<ul style="list-style-type: none"> • ERP, SCM, MES, QMS, CMMS, PLM, EMS, Information security
(8)	System-System Connection	<ul style="list-style-type: none"> • ERP-MES, ERP-PLM, ERP-SCM, ERP-QMS, ERP-CMMS • MES-PLM, MES-SCM, MES-QMS, MES-CMMS • PLM-SCM, PLM-QMS, PLM-CMMS • SCM-QMS, SCM-CMMS • QMS-CMMS
(9)	Data Use	<ul style="list-style-type: none"> • Equipment/Quality data
(10)	Effect Analysis	<ul style="list-style-type: none"> • Indicator improvement

명이 21회 회의를 거쳤고 Pilot Test와 대기업 7개사, 중소기업 20개사 진단으로 유효성 검증을 완료하였다. 개발된 진단모델은 <Table 5>와 같이 10개 대항목, 189개의 소항목으로 구성되며(전체 평가항목은 [별첨]으로 제공) 총 1000점 만점으로 <Table 6>과 같이 종합점수에 따라 총 5단계(시작-준비-진행-완료-고도화)수준으로 분류된다.

본 진단모델은 스마트공장에 대한 올바른 개념인식과 정확한 구축방향 설정을 위한 객관적 진단 및 평가도구로써 기업 운영현황을 제대로 파악하고 스마트화 대상, 기간, 범위 등을 명확히 하는데 목적이 있다. 개발된 모델은 기존 진단모델과 2가지 차이점을 가지고 있다. 첫째, 각 진단항목별 구체적 판단기준을 제시하여 객관적 평가를 통한 개선항목 도출이 가능토록 하였다. 둘째, 다양한 업종과 기업규모에 적용이 될 수 있도록 설계되었다. 기업 업무프로세스 중심으로 진단모델이 구성되어 대상기업의 Value Chain에 맞추어 유연하게 평가항목을 구성할 수 있게 하였다.

〈Table 6〉 Smart Factory Level by Total Score

Total Score (pts)	Level	Description	Approximate Comparison with KS X 9001-3
900~1000	Advancement	The level that the field operation is made by intelligent information system through data	Level 4-5 (Optimization~Autonomous operation)
800~900	Completion	Seamless integration and utilization of all resources on site	Level 3-4 (Control~Optimization)
500~800	Progress	All facilities are linked to network and information system	Level 2-3 (Monitoring~Control)
250~500	Prepare	Automation of some facilities, partial linkage with information systems	Level 1-2 (Check~Monitoring)
0~250	Beginner	The level at which most tasks are handled manually	Level 0-1 (~Check)

범주별 진단중점사항을 보면 다음과 같다.

- (1) 전략 : CEO 및 임원의 **Smart Factory**에 대한 이해도 · 실행의지 · 로드맵, 기술도입 프로세스, 성과관리 프로세스, 전담조직 구성, 구성원 이해도 함양 등
- (2) 현장관리 : 3정, 5S, 눈으로 보는 관리 등
- (3) 설비관리 : 자동화 · 데이터운영 설비비중, 유틸리티 설비 모니터링, 에너지 소모량 제어 등
- (4) 업무 프로세스 : 설계 변경, 도면 관리, 프로젝트 관리, 공정 설계, 개발프로세스 표준화 수준, 개발 Tool 활용도, 공정 피드백, 기준정보 운영, 고객수요 대응, 생산계획 수립, 작업계획 수립, 생산실적 및 이상대응 관리, 고객관리, 품질 이상추적, 품질 계획, 협력사 품질관리, 품질개선, 품질표준 관리, 품질관리, 계측기 관리, 설비마스터 관리, 설비 예방보전, 자재관리, 금형치공구 및 설비개선, 자재 소요량 관리, 자재구매, 자재 입 · 출고, 자재관리, 제품출하 등
- (5) 기준정보 표준화 : 제품모델, 제품 BOM, 제품 설계요소, 공정관리, 품질관리, 설비정보, 설비자재, 보전작업, 제품자재, 협력사 정보, 고객정보 등
- (6) 설비-시스템 연계 : 시스템 연계 설비비중, 설비상태 정보, 생산지시, 설비 Alarm, 설비데이터 활용, 가동지시, 생산 Recipe, 생산정보 등
- (7) 정보 시스템 : IT 솔루션(ERP, SCM, MES, QMS, CMMS, PLM, EMS) 및 정보보안 등
- (8) 시스템-시스템 연계 : IT 솔루션 간 연계 등
- (9) 데이터 활용 : 설비 데이터 분석, 설비 예지정비, 품질 데이터 분석, 품질이상 예지, 에너지 데이터 분석, 배출물질 이상 예측 등
- (10) 효과분석 : 설비종합효율, 시간당 생산량, 재고회전율, 공정능력지수 등

진단모델 개발 시 특히 스마트공장 구축에 있어 인식 전환이 필요한 몇 가지 사항을 중점적으로 고려하였다.

첫째, 스마트공장 구축에 있어 정보시스템만 구축되면 스마트공장이 된다는 인식을 개선하는 것이다. 둘째, 업무프로세스를 배제하고 산업, 제품, 업무특성을 무시한 채 일률적인 자동화 설비/시스템 구축으로 발생하는 Loss를 방지하는 것이다. 셋째, HW/SW 간 연계성 없는 스마트공장 구축으로 설비와 정보 시스템 간의 발생할 수 있는 연결성 결여를 최소화 하는 것이다. 넷째, 대부분의 기업이 스마트공장 구축을 외주업체에 의존하기에 진단을 통해 기업 특성에 맞도록 단계별 스마트공장 추진방안을 제시하는 것이다.

본 진단모델은 스마트공장 구현에 있어 다음과 같은 특징점을 가지고 있다. 개발된 진단모델은 스마트공장 구축 · 운영 전략부터 업무 프로세스, 정보 시스템, 성과 등의 전 영역에 걸친 종합적 진단 Tool이며 체계적인 항목분류(대분류-중분류-소분류)로 세부적 진단이 가능하기에 스마트공장의 공유 플랫폼 역할을 하는 다양한 정보 시스템과의 연계로 기업에 실질적인 도움을 줄 수 있다.

3.2 스마트공장 진단모델 적용결과

본 스마트공장 수준평가는 대기업에 비해 자체적으로 스마트공장 추진에 어려움이 있는 중소기업을 지원하는 목적에서 수행되었다. ① 신청접수 → ② 기업선정 → ③ 전문가 매칭 → ④ 스마트공장 수준진단 → ⑤ 스마트화 도입 기술 검토 → ⑥ 추진과제 정립 → ⑦ 사업완료 및 사후 관리의 절차에 따라 2018년 4~6월까지 총 3개월간 인천 지역 내 18개 중소기업에 대해 5명의 IT(Information Technology), AT(Automation Technology), OT(Operation Technology) 전문가가 매칭되어 스마트공장 구축 역량진단을 실시하였다. 진단자에 의한 편차를 최소화하기 위해 사전 워크숍을 실시하여 진단항목별 평가기준과 방법을 공유하였고 진단매뉴얼 제공으로 주관적 판단을 배제하였다.

진단항목은 <Table 5>와 같이 본 연구를 통해 개발된 “스마트공장 구축 역량 진단지”를 기반으로 참여기업의

규모/업종, 업무기능에 맞추어 범주와 평가항목을 1000 점 만점으로 하여 구성되었다. 범주별 평가결과를 백분 위점수로 환산하여 상대 비교가 가능토록 하였고 KS X 9001-3에 제시된 스마트공장 성숙도에 따라 5단계로 나누어 기업이 현재 수준을 제시하였다.

KS X 9001-3은 스마트공장-제3부 : 운영관리시스템 (진단 평가 모델) 국가표준으로 KS의 공신력과 인지도가 있어 산업계에서 널리 활용되고 있다. 하지만 실제 스마트공장 수준평가 시에는 범용·공용적 표준보다 현장에 맞는 구체적 사항이 필요하기에 항목별 목적, 내용, 판단 기준, 평가참고사항 등 포함한 본 진단모델을 활용하여 평가하였다. 평가결과와 경우 참여기업의 이해도와 수용도를 높이기 위해 본 진단모델의 수준별 내용을 통상적으로 많이 활용되는 KS X 9001-3에 있는 “스마트공장 성숙도”에 맞추어 표현하였다.

본 진단은 2가지 주안점을 가지고 진행되었다. 첫째, ICT기술 도입 위주의 스마트공장 구축이 아닌 내부 시스템 변화를 추구하였다. 기업 내부 시스템 및 운영 프로세스 변화를 추구하여 기업 경쟁력을 높이고자 하였고 기업 상황에 맞는 전략과 로드맵 제시를 위한 IE-ICT 간 균형 있는 융·복합 진단을 수행하였다. 둘째, 스마트공장 구축 역량 진단시트를 기준으로 객관적 진단을 실시하였다. 기업 경영 전반의 운영 프로세스, 정보화 운영 현황에 대해 전략, 공장 현장 기본, 설비자동화 등 10가지 항목으로 검토하고 진단항목별 점수를 합하여 종합적으로 현 수준을 평가하였다.

기업맞춤형 스마트공장 추진을 위해 진단 전 <Table 7>과 같이 기업 요청사항을 파악하여 내실 있는 진단이 될 수 있도록 하였다. MES 구축, 생산계획 체계, 병목공정 해소, 사내표준화, 자재관리, IT 시스템 도입, ERP 시스템 구축 등과 같은 생산관리 분야 요청사항이 78%로 스마트공장 구축에 있어 Value Chain 최적화가 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있었다.

<Table 7> Before Diagnosis, Company's Requirement

Category	Number of Companies	Company's Requirement
Production Control	14	<ul style="list-style-type: none"> • MES building • Production planning system • Bottleneck process improvement • Internal standardization • Materials management • IT system building • ERP system building
Production Technique	2	<ul style="list-style-type: none"> • Factory automation
Quality Control	2	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection automation

4. 진단결과

18개 참여기업 중 매출액 50~100억원대 기업이 8개로 가장 많았으며, 다음으로 10~50억원대 기업이 7개였다. 제조형태별로 보면 가공업종 7개, 조립업종 11개로 원자재·부품을 수급 받아 고객사에 전달하는 형태의 기업이 많았다. 정보시스템 구축여부를 살펴본 결과 현재 ERP를 구축하여 경영활동에 활용하고 있는 기업은 6개로 구축기업보다 구축하지 않은 기업이 더 많았다.

전체적인 진단결과를 보면 기업 평균점수는 322점(1000점 기준)으로 KS X 9001에서 제시한 스마트공장 성숙도 측면에서 1수준(점검)과 2수준(모니터링)사이에 있으며 스마트공장 도입을 위한 준비 및 시작단계에 있다. 특히 스마트공장 전략, 설비 자동화, 설비관리, 정보·IT 시스템, 데이터 활용, 효과분석 등이 낮게 나왔다. 업종별로 보면 <Table 8>과 같이 생활용품 <기계 <자동차부품 <전기전자 순으로 진단점수가 높았고 업태별로는 조립 <가공 순으로 진단점수가 높은 양상을 보였다.

<Table 8> Smart Factory Diagnostic Score by Industry Sector/Type

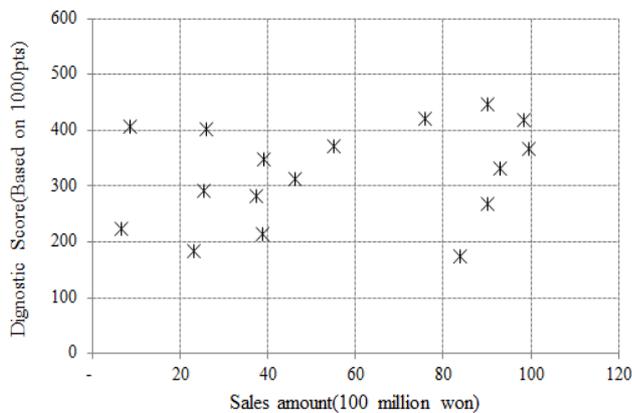
Category(Number of companies)		Diagnostic Score (Based on 1000pts)
Industry Sector	Electric and Electronic(5)	366
	Automotive Parts(3)	339
	Machine(4)	309
	Household(6)	286
Industry Type	Processing(7)	358
	Assembly(11)	299

범주별 비교분석을 위해 백분율점수로 변환하여 IT 시스템 구축여부, 업태별로 보면 <Table 9>와 같다. IT 시스템(ERP) 구축업체(6社)는 31%, 비구축업체(12社)는 33%로 거의 차이가 없으며 IT 시스템 구축업체는 물류관리, 정보 시스템, Data 활용, IT 시스템 구축에서, 비구축업체는 현장기본, 품질관리, 설비관리에서 강점을 보였다. 또한 가공(7社)업체가 36%, 조립(11社)업체가 30%로 공정이 복잡한 가공업체의 스마트공장 수준이 약간 높았으며 가공업체는 현장기본, 설비 자동화, 생산관리, 품질관리, 설비관리에서, 조립업체는 정보 시스템, Data 활용에서 강점을 보였다.

매출액과 스마트공장 수준 간 연관성을 분석하였을 때 <Figure 3>과 같이 뚜렷한 상관관계를 도출할 수 없었는데 이는 매출액이 높다고 하여 스마트공장 구축에 있어 유리한 위치에 있지 않다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

<Table 9> Diagnostic Results by Category

Category	Average (18 Companies)	IT System		Industry Type	
		ERP	No ERP	Processing	Assembly
① Strategy	29%	30%	29%	30%	29%
② Factory Field Basic	43%	31%	49%	53%	37%
③ Facility Automation	26%	25%	27%	32%	22%
④ R&D	46%	42%	48%	46%	46%
⑤ Production Control	50%	47%	52%	56%	46%
⑥ Logistics Control	45%	53%	42%	47%	44%
⑦ Quality Control	42%	36%	45%	52%	36%
⑧ Equipment Control	30%	22%	34%	42%	23%
⑨ Supply Chain Management	37%	39%	36%	35%	38%
⑩ Reference Information Standardization	39%	42%	38%	37%	41%
⑪ Information System	30%	35%	19%	20%	32%
⑫ Data Use	20%	28%	15%	14%	23%
⑬ IT System	22%	36%	20%	24%	20%
⑭ Effect Analysis	29%	27%	31%	31%	27%
All Category	32%	31%	33%	36%	30%



<Figure 3> Correlation between Sales Amount and Smart Factory Diagnostic Score(except one company with 357 million won)

<Table 9>에 명시한 범주별 진단결과를 요약해보면 다음과 같다.

- ① 스마트공장 전략(29%) : 경영자 및 임원들이 스마트공장의 필요성을 느끼고 있으나 추진전략과 로드맵이 약하며 대부분 전담 조직이 없는 상황이다. 우선적으로 추진조직, 인력보강 및 단계별 추진전략 수립이 필요하다.
- ② 공장현장 기본(43%) : 현장관리의 기본이 되는 3정 5S, 눈으로 보는 관리활동은 대체적으로 이행되나 기업별로 수준 차이가 크다.
- ③ 설비 자동화(26%) : 수작업부터 간이자동화, 반자동화, 일부자동화 등이 기업에 따라 다른 형태를 보이며 전반적으로 자동화 수준이 높지 않다. 노후 설비의

경우 자동화, 정보화, 시스템 연계가 쉽지 않을 것으로 판단된다.

- ④ R&D업무(46%) : 기준정보관리, 프로젝트관리 등이 정보 시스템과 연계되지 않은 경우가 다수 있으며 변경점 관리, 공정 Feedback 프로세스도 취약하다.
- ⑤ 생산관리(50%) : 주/월 생산계획, 일 생산지시가 Off-Line으로 이루어지는 경우도 있어 MES 시스템 구축, 고도화를 통한 생산 계획과 실적에 대한 정보화, 공정별 작업계획 및 실적관리가 필요하다.
- ⑥ 물류관리(45%) : Bar Code 또는 QR Code를 활용한 자재 입/출고관리와 POP를 통한 원/부자재, 외주가공품, 입/출고현황 등의 관리가 필요한 기업이 많다.
- ⑦ 품질관리(42%) : 품질관리, 품질계획 프로세스 표준화 및 품질 기준정보 코드화를 통한 품질관리체계 구축이 필요하며 관리계획서에 따라 작업표준, 검사표준이 운영되고 주요항목에 대한 공정능력지수 등의 관리가 제대로 이루어져야 할 것이다.
- ⑧ 설비관리(30%) : 설비관리 프로세스가 취약하고 설비이력 관리대장을 수기로 작성하는 경우가 다수이며 설비관리를 위한 보전활동과 소모품 관리체계가 미흡한 기업이 많다.
- ⑨ SCM 관리(37%) : BOM, 자재 발주 및 입고 등이 주로 엑셀로 관리되며 소요량 계산부터 직관적으로 이루어지는 경우가 많고 협력사별 최소 발주단위 등이 관리되지 못하여 장기재고 및 불용자재가 많이 발생하고 있다.
- ⑩ 기준정보 표준화(39%) : 기준정보 표준화가 거의

되어 있지 않거나 BOM, 부품이 표준화되어 있더라도 자재 및 공정관리 표준이 미흡하여 관리효율화 및 업무간소화를 필요로 하는 기업이 많다. 문서체계, 코드체계, BOM에 대한 기준정보를 수립하고 그것을 관리하는 전사적 조직, 프로세스 정립이 필요하다. 기준정보에 대한 표준화 선행 후 IT 시스템 도입이 필요할 것이며 이를 위해 경영진의 의지를 가지고 전사적인 프로세스 혁신(PI, Process Innovation) 활동을 전개해야 할 것이다.

- ⑪ 정보 시스템(30%) : ERP를 사용하고 있으나 회계 전표 처리기능에 국한되어 있고, MES 시스템은 구축되었으나, 현실과 맞지 않아 전혀 사용하고 있지 않는 경우도 있다. 장기적 관점에서 ERP·MES 시스템의 종합적 고도화가 필요하다.
- ⑫ DATA 활용(20%) : 각종 검사현황이 일부 수기형태로 관리되고 있으며 시간, 압력과 같은 설비 PLC 공정정보는 기록만 될 뿐 잘 활용되지 않고 있다. 설비이상감지를 위한 데이터 수집 및 분석체계가 미약하며 에너지 Data 분석을 위한 IoT 시스템 구축도 필요하다. 설비와 품질의 미흡한 관리상태가 데이터 분석 및 활용에도 영향을 주고 있기에 데이터를 활용 전에 목적을 정의하고, 프로세스를 정립하는 것이 우선시 되어야 한다.
- ⑬ IT 시스템(22%) : ERP 등의 시스템이 구축되어 있으나 제대로 사용되지 않는 경우가 많다. 시스템적 업무수행에 대한 거부감 → 시스템 활용도 저하 → 시스템 데이터 신뢰도 저하 → 시스템 미사용의 악순환이 지속되어 시스템이 활용되지 않고 있다. 시스템을 업무에 활용하기 위해서는 데이터 기반의 사결정 구조(경영전략)와 프로세스 중심 기업운영이 필요하다고 할 수 있다. PI를 통해 프로세스 표준화, 기준정보 표준화, 조직 및 인력의 R&R(역할과 책임)을 정의한 후, 시스템을 도입해야 구축 성공 가능성이 높아질 것으로 예상된다.
- ⑭ 효과분석(29%) : 관리항목 체계를 재정비하고 P(Productivity), Q(Quality), C(Cost), D(Delivery) 등의 핵심성과지표(KPI)에 대해 CTQ Tree를 전개하여 각각 주단위나 월단위로 집계 분석될 수 있도록 정보 시스템과 연계해야 한다.

스마트공장 구축을 위해서는 시장동향 및 SW/ICT를 분석하고 산업특성과 경영환경을 고려하여 기업에 적합한 스마트공장 추진전략 수립이 필요하며 스마트공장 추진 목적과 범위, 목표, 기대효과가 명확히 선제되어야 한다. 단기적으로 기존공장의 효율향상이라는 관점에서 사업장별/업무별 운영계획 수립, 현재수준 평가, 과제도출

을 하고 중장기적으로 시장변화를 고려한 측면에서 운영방향을 검토하고 4M(Man, Machine, Material, Method)[11]과 2E(Energy, Environment)를 반영하여 스마트공장 프레임워크를 구축해야 할 것이다.

스마트공장은 그 자체가 목적이 아니며, 궁극적으로 기업 경쟁력 강화를 위해 생산성을 향상시키는 수단이 되어야 한다. 그렇기에 순차적으로 추진해야 할 개선과제가 무엇인지에 대한 검토가 필요하다. 또한 스마트 혁신문화 조성을 위해 조직간 협업으로 운영 시스템, 하드웨어, 소프트웨어를 융합해야 하며 궁극적으로 전사 가치사슬의 디지털화를 통해 스마트공장을 구현하고 새로운 사업모델을 창출해야 할 것이다.

매출규모 및 생산형태에 대한 세부적인 분석을 통해 최소 3-5개년 사업 포트폴리오 및 판매량, 영업이익을 예측하여 투자전략을 세워야 한다. 중장기적 관점에서 이익확보 여부를 충분히 검토한, 단계적 접근이 필요하며 기업상황을 고려한 IT/IoT 시스템 사양을 적용해야 한다. 예를 들면 사출전용 MES, 자동차부품전용 MES, ERP기능을 일부 갖춘 MES 등이 그런 것이다.

인적자원 관점에서는 단순히 자동화를 통한 인건비 절감 목적이 아닌, 인력 확보가 어려운 3D 작업 중심으로 선제적 추진이 필요하다. 일레로 협동로봇, 간이자동화, 모노즈쿠리 작업개선 등을 통한 인간과 기계의 공존 모색을 들 수 있다. 프로세스 관점에서는 기업 운영시스템, 데이터(생산성·품질·재고·납기 데이터 등) 수집 및 분석 수준에 따라 IT 시스템 도입여부가 결정되어야 할 것이다.

마지막으로 기본과 원칙 준수가 우선 시 되어야 한다. 스마트공장을 구축할 수 있는 업무표준 정립 및 현장 기본준수, 품질관리 체계, 설비보전 체계 등이 갖추어져 있는지에 대한 검토가 중요하다.

5. 결 론

본 연구는 국내 제조업체가 스마트공장 구축함에 있어 도움이 될 수 있도록 진단모델을 제시하고 중소기업에 적용한 결과를 보여주고 있다. 참여기업들의 스마트공장 진단점수는 1000점 만점에 322점으로 1수준(점검)과 2수준(모니터링) 사이에 있었다. 진단범주별로 보면 스마트공장 전략, 설비 자동화, 설비관리, 정보·IT 시스템, 데이터 활용, 효과분석 등의 수준이 낮아 CEO의 스마트공장 구축전략, 자동화시스템 고도화, 프로세스 최적화, 현장데이터 및 IT 시스템 활용, 구축 후 효과 모니터링 등이 시급한 것으로 파악되었다.

진단 전 기업요청사항을 보면 MES 구축, 생산계획 수립,

병목공정 해소, 사내표준화, 자재관리, IT 시스템 도입, ERP 시스템 구축 등 생산관리 분야가 78%로 생산공정 최적화에 대한 요구가 다수였고 진단결과 또한 스마트공장 구축을 위해서는 업무 프로세스 및 표준체계 정립, 기본적인 현장개선(정비)활동, 공장 Layout 재배치, 기업규모에 맞는 IT 시스템 구축 등이 선행되어야 하는 것으로 나타나 기업요청사항과 많은 부분이 일치하였다. 기업들은 자사의 기업규모, 업종·업태를 고려하여 취약한 부분에 대해 현실적으로 실현가능한 과제를 먼저 추진해야 할 것이다.

본 연구를 통해 제조업의 기업운영 프로세스를 반영한 스마트공장 진단모델을 개발하고 자체적으로 스마트공장 추진이 어려운 중소기업에 대한 적용사례 및 현 수준을 보여줌으로써 스마트공장을 도입코자 하는 중소기업에 실질적인 도움을 주고자 했다. 참여기업은 진단내용에 대해 전반적으로 만족하였으며(진단만족도 : 4.5점/5점만점) 실질적으로 도움이 되었다고 평가하였다. 그러나 진단내용과 항목이 많기에 진단일수(3일)가 부족하여 5일 정도로 늘리길 원하였다. 또한 본 진단결과를 스마트공장 추진전략 수립에 적극 활용할 예정으로, 실효성을 높이기 위해 PI(프로세스 혁신), ISP(정보전략 수립), H/W와 S/W 인프라 구축, 인력양성 부분을 중점적으로 진단하면 좋을 것 같다는 의견이 있어 향후 진단 시 진단기간, 중점항목 가중치에 대해 검토가 필요할 것으로 보여진다.

본 연구의 한계로는 스마트공장 수준평가 분야가 학술적으로 정형화되지 않았고 기업별 업무프로세스도 상이하여 진단모델을 개별기업까지의 맞춤형으로 보기에 어려움이 있으며 진단 시 일부 주관적 판단이 포함된 경우가 있어 이후 많은 연구사례가 나오면 추가적인 비교·분석이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 진단대상이 18社로 기업규모(매출액), 업종, 업태, IT 시스템 기 구축여부 등에 따라 구분했을 시 대표성 있는 결과값으로 부족한 부분이 있기에 이후 통계분석이 가능한 수준으로 대상기업을 확대하여 보완할 예정이다.

Acknowledgement

This study is part of the results of <Customized Diagnosis Consulting Project for Smart Factory Building> of Incheon Technopark.

References

- [1] Choi, Y.H. and Choi, S.H., A Study on the Factors Influencing the Competitiveness of Small and Medium Companies Applied with Smart Factory System, *Information Systems Review*, 2017, Vol. 19, No. 3, pp. 95-113.
- [2] Foundation for mechanical engineering, plant engineering, and information technology of Germany, *Industrie 4.0 Readiness*, 2015, <https://www.industrie40-readiness.de/>.
- [3] Gu, B.J., Lee, J.S., Lee, M.H., and Son, S.H., Domestic Smart Manufacturing Policy and Support Status and Improvement Plan, *KISTEP Issue Weekly*, 2018, Vol. 1, ISSN 2586-2278.
- [4] Kim, Y.W., Jung, S.J., You, S.G., and Cha, S.G., Smart Factory International and Domestic Standardization Trend, *Journal of Communications and Networks*, 2015, Vol. 33, No. 1, pp. 30-36
- [5] Korean Agency for Technology and Standards, *Smart Factory-Part 1 : Basic Concepts and Structure*, KS X 9001-1, 2016.
- [6] Korean Agency for Technology and Standards, *Smart Factory-Part 2 : Terminology*, KS X 9001-2, 2016.
- [7] Korean Agency for Technology and Standards, *Smart Factory-Part 3 : Operation Management System(Diagnostics and Assessment Model)*, KS X 9001-3, 2016.
- [8] Kwon, J.H. and Lee, S.B., A Case Study of German Small and Medium Enterprises Introduction of 'Industry 4.0' and It's Implication to Korea, *Koreanische Zeitschrift für Wirtschaftswissenschaften*, 2016, Vol. 34, No. 2, pp. 37-55
- [9] Lee, H.H. and Leem, C.S., SWOT Analysis for Small and Medium Enterprise in Smart Factory Introduction, *Journal of the Korea Convergence Society*, 2018, Vol. 9, No. 3, pp. 1-14.
- [10] Lee, H.Y. and Jang, J.Y., Smart Factory Status Analysis and Responding Strategy of SMEs in Southeast Region, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 2018, Vol. 35, No. 4, pp. 35-42.
- [11] Lee, J.C., Step by Step Implement Points for Smart Factory Building, *Industrial Engineering Magazine*, 2018, Vol. 25, No. 4, pp. 31-37.
- [12] Ministry of SMEs and Startups, Main Business of Ministry of SMEs and Startups in 2019, 2019, <https://www.mss.go.kr/>.
- [13] Park, J.P., Analysis on Success Cases of Smart Factory in Korea : Leveraging from Large, Medium, and Small Size Enterprises, *Journal of Digital Convergence*, 2017, Vol. 15, No. 5, pp. 107-115.
- [14] Sameer, M., Muztoba, A.K., David, R., and Thorsten, W., *Smart Manufacturing : Characteristics, Technologies*

and Enabling Factors, In : Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, *Part B : Journal of Engineering Manufacture*, In Press, 2017, pp. 1-20.

- [15] So, A.Y., 4th Industrial Revolution and Domestic International Smart Factory Industry Trends, *Convergence Weekly Tip*, 2017, Vol, 57, pp. 1-8.
- [16] The Presidential Committee on the 4th industrial revolution, *Strategies for Smart Factory Expansion and Advancement*, 2018, <https://www.4th-ir.go.kr/>.

- [17] The Standish International. Inc, Standish Group 2015 CHAOS Report, 2015, <https://www.standishgroup.com/>.

ORCID

- Hyun-Deuk Kim | <http://orcid.org/0000-0002-9306-3072>
Dong-Min Kim | <http://orcid.org/0000-0002-6349-6870>
Kyung-Geun Lee | <http://orcid.org/0000-0002-9487-7668>
Je-Whan Yoon | <http://orcid.org/0000-0002-0890-6830>
Sekyoung Youm | <http://orcid.org/0000-0002-9799-283X>

[별첨] 본 진단에 활용된 스마트공장 진단항목 및 진단매뉴얼(Sample)

대분류		중분류		소분류		
I	전략	I-A	CEO & 임원	I-A-1	CEO & 임원의 S/F 이해도	
I		I-A		I-A-2	CEO & 임원의 S/F 실행 의지	
I		I-B	S/F 구축 전략	I-B-3	S/F구축 Road Map 수립 및 실행	
I		I-B		I-B-4	S/F 구축 단계 계획 수립 및 실행	
I		I-B		I-B-5	S/F 구축을 위한 기술 도입 프로세스	
I		I-B		I-B-6	S/F 성과 관리 프로세스	
I		I-B		I-B-7	지속적 개선 프로세스	
I		I-C	조직	I-C-8	전담 조직 구성	
I		I-C		I-C-9	구성원 이해도	
II	공장 현장 기본	II-A	현장 관리	II-A-10	3정	
II		II-A		II-A-11	5S	
II		II-A		II-A-12	눈으로 보는 관리	
III	설비 자동화	III-A	생산 설비	III-A-13	자동화 설비 비중	
III		III-A		III-A-14	반자동화 설비 비중	
III		III-A		III-A-15	설비 상태, Error 등의 Data 생성 가능 설비 비중	
III		III-B	물류 설비	III-B-16	자동화 설비 비중	
III		III-B		III-B-17	반자동화 설비 비중	
III		III-B		III-B-18	설비 상태, Error 등의 Data 생성 가능 설비 비중	
III		III-C	검사 설비	III-C-19	자동화 설비 비중	
III		III-C		III-C-20	반자동화 설비 비중	
III		III-C		III-C-21	설비 상태, Error 등의 Data 생성 가능 설비 비중	
III		III-D	유틸리티 설비	III-D-22	유틸리티 설비 모니터링 수준	
III		III-D		III-D-23	환경, 안전, 에너지 소모량 제어 수준	
III		III-E	공통 부문	III-E-24	설비 요소 표준화	
IV		업무 프로세스 (PI)	IV-A	R&D (생산기술)	IV-A-25	기준 정보 관리 프로세스
IV			IV-A		IV-A-26	설계 변경 프로세스
IV			IV-A		IV-A-27	도면 관리 프로세스
IV	IV-A		IV-A-28		프로젝트 관리 프로세스	
IV	IV-A		IV-A-29		공정 설계 프로세스	
IV	IV-A		IV-A-30		개발 요소 표준화 수준	
IV	IV-A		IV-A-31		개발 TOOL 활용도	
IV	IV-A		IV-A-32		공정 Feedback 프로세스	
IV	IV-B		생산 관리 (생산 계획 +공정 관리)		IV-B-33	기준 정보 운영 프로세스
IV	IV-B				IV-B-34	고객 수요 대응 프로세스
IV	IV-B				IV-B-35	생산 계획 수립 프로세스
IV	IV-B				IV-B-36	작업 계획 수립 프로세스
IV	IV-B			IV-B-37	생산 실적 및 이상 대응 관리 프로세스	
IV	IV-C		품질 관리	IV-C-38	고객 관리 프로세스 (Audit관리, 고객클레임관리)	
IV	IV-C			IV-C-39	품질 이상 추적 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-40	품질 계획 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-41	협력사 품질 관리 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-42	품질 개선 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-43	품질 표준 관리 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-44	품질 관리 프로세스	
IV	IV-C			IV-C-45	계측기 관리 프로세스	
IV	IV-D		설비관리	IV-D-46	설비 MASTER 관리 프로세스	
IV	IV-D			IV-D-47	설비 예방 보전 프로세스	
IV	IV-D			IV-D-48	설비 자재 관리 프로세스	
IV	IV-D			IV-D-49	금형, Jig, 치공구 관리 프로세스	
IV	IV-D			IV-D-50	설비 개선 프로세스	
IV	IV-E		SCM 관리	IV-E-51	자재 소요량 관리 프로세스	
IV	IV-E			IV-E-52	자재 구매 프로세스	
IV	IV-E			IV-E-53	자재 입/출고 관리 프로세스	
IV	IV-E			IV-E-54	자재 관리 프로세스 (적재, 보관, 선입선출 등)	
IV	IV-E			IV-E-55	제품 출하 프로세스 (수/배송 관리 등)	
V	기준 정보 표준화		V-A	R&D	V-A-56	제품 모델 표준화
V			V-A		V-A-57	제품 BOM 표준화
V			V-A		V-A-58	제품 설계 요소 표준화
V			V-B	생산관리	V-B-59	공정 관리 표준화
V			V-C	품질관리	V-C-60	작업 표준화
V			V-C		V-C-61	품질 관리 대상 표준화

V	기준 정보 표준화	V-D	설비관리	V-D-62	설비 정보 표준화
V		V-D		V-D-63	설비 자재 표준화
V		V-D		V-D-64	보전 작업 표준화
V		V-E	SCM 관리	V-E-65	제품 자재 표준화
V		V-E		V-E-66	협력사 정보 표준화
V		V-E		V-E-67	고객 정보 표준화
VI	설비 시스템 연계	VI-A	생산 설비 연계	VI-A-68	시스템 연계 설비 비중
VI		VI-A		VI-A-69	설비 상태 정보 Up
VI		VI-A		VI-A-70	생산 지시 Down
VI		VI-A		VI-A-71	설비 Alarm Up
VI		VI-A		VI-A-72	설비 Data Req
VI		VI-A		VI-A-73	설비 Data Up
VI		VI-A		VI-A-74	생산 Recipe Down
VI		VI-A	VI-A-75	생산 정보 Up	
VI		VI-B	물류 설비 연계	VI-B-76	시스템 연계 설비 비중
VI		VI-B		VI-B-77	설비 상태 정보 Up
VI		VI-B		VI-B-78	생산 지시 Down
VI		VI-B		VI-B-79	설비 Alarm Up
VI		VI-B		VI-B-80	설비 Data Req
VI		VI-B		VI-B-81	설비 Data Up
VI		VI-B	VI-B-82	생산 Recipe Down	
VI		VI-B	VI-B-83	물류 Interlock Down	
VI		VI-C	검사 설비 연계	VI-C-84	시스템 연계 설비 비중
VI		VI-C		VI-C-85	설비 상태 정보 Up
VI		VI-C		VI-C-86	생산 지시 Down
VI		VI-C		VI-C-87	설비 Alarm Up
VI		VI-C		VI-C-88	설비 Data Req
VI		VI-C		VI-C-89	설비 Data Up
VI		VI-C		VI-C-90	품질 기준 정보 Down
VI		VI-C	VI-C-91	품질 Data Up	
VI		VI-D	유틸리티 설비 연계	VI-D-92	시스템 연계 설비 비중
VI		VI-D		VI-D-93	설비 상태 정보 Up
VI		VI-D		VI-D-94	가동 지시 Down
VI		VI-D		VI-D-95	설비 Alarm Up
VI		VI-D		VI-D-96	설비 Data Req
VI		VI-D		VI-D-97	설비 Data Up
VII	정보 시스템	VII-A	ERP	VII-A-98	사용하고 있는 ERP Model
VII		VII-A		VII-A-99	기준 정보 관리 기능
VII		VII-A		VII-A-100	생산 계획 관리 기능
VII		VII-A		VII-A-101	MRP 사용 여부 및 기능
VII		VII-A		VII-A-102	생산 실적 관리 기능
VII		VII-B	SCM	VII-B-103	고객/협력사 정보 관리 기능
VII		VII-B		VII-B-104	자재 입/출고 관리 기능
VII		VII-B		VII-B-105	생산 계획 협력사 연계 기능
VII		VII-B		VII-B-106	제품 출하 기능 (고객사 연계)
VII		VII-B		VII-B-107	물류 추적 기능
VII		VII-C	MES	VII-C-108	사용하고 있는 MES Model
VII		VII-C		VII-C-109	작업 계획 관리 기능
VII		VII-C		VII-C-110	재고, 재공 관리 기능
VII		VII-C		VII-C-111	실적 조회, 분석, 모니터링 기능
VII		VII-C		VII-C-112	설비 Data 분석, 통계 기능
VII		VII-D	QMS	VII-D-113	사용하고 있는 QMS Model
VII		VII-D		VII-D-114	통계적 품질 관리 기능
VII		VII-D		VII-D-115	품질 실적 조회, 모니터링 기능
VII		VII-E	CMMS	VII-E-116	사용하고 있는 CMMS Model
VII		VII-E		VII-E-117	설비 상태 관리 기능
VII		VII-E		VII-E-118	설비 가동 현황 모니터링 및 분석 기능
VII		VII-E		VII-E-119	설비 효율 조회, 분석, 모니터링 기능
VII		VII-E		VII-E-120	예비품 (설비자재) 관리 기능
VII		VII-E		VII-E-121	급형, Jig, 치공구 관리 기능
VII		VII-F	PLM	VII-F-122	사용하고 있는 PLM Model
VII	VII-F	VII-F-123		도면 및 문서 관리 기능	
VII	VII-F	VII-F-124		제품 기준 정보 및 BOM 관리 기능	
VII	VII-F	VII-F-125		개발 프로젝트 관리 기능	

VII	정보 시스템	VII-G	EMS	VII-G-126	사용하고 있는 EMS Model
VII		VII-G		VII-G-127	에너지 기준 정보 관리 기능
VII		VII-G		VII-G-128	에너지 사용 실적 조회, 분석, 모니터링 기능
VII		VII-G	정보 보안	VII-G-129	에너지 수요/공급 최적화 관리 기능
VII		VII-H		VII-H-130	사용하고 있는 정보 보안 Tool
VII		VII-H		VII-H-131	OA/FA 망 분리 및 관리 수준
VII		VII-H		VII-H-132	Network 방화벽 관리 수준
VII		VII-H	VII-H-133	무선망 방화벽 관리 수준	
VIII		시스템 시스템 연계	VIII-A	ERP-MES	VIII-A-134
VIII	VIII-A		VIII-A-135		생산 실적 정보
VIII	VIII-B		ERP-PLM	VIII-B-136	제품 자재 BOM 정보
VIII	VIII-B			VIII-B-137	제품 모델 정보
VIII	VIII-C		ERP-SCM	VIII-C-138	고객사 정보
VIII	VIII-C			VIII-C-139	협력사 정보
VIII	VIII-C			VIII-C-140	영업 수주 정보
VIII	VIII-C		VIII-C-141	협력사 발주 정보	
VIII	VIII-D		ERP-QMS	VIII-D-142	품질 Data
VIII	VIII-D			VIII-D-143	품질 기준 정보
VIII	VIII-E		ERP-CMMS	VIII-E-144	설비 기준 정보
VIII	VIII-E			VIII-E-145	설비 자재 정보
VIII	VIII-F		MES-PLM	VIII-F-146	제품 자재 BOM 정보
VIII	VIII-F			VIII-F-147	제품 모델 정보
VIII	VIII-F			VIII-F-148	생산 Recipe
VIII	VIII-F		VIII-F-149	생산 실적 정보	
VIII	VIII-G		MES-SCM	VIII-G-150	생산 계획 정보
VIII	VIII-G			VIII-G-151	생산 실적 정보
VIII	VIII-H		MES-QMS	VIII-H-152	품질 기준 정보
VIII	VIII-H			VIII-H-153	품질 Data
VIII	VIII-H			VIII-H-154	품질 이상 정보
VIII	VIII-I		MES-CMMS	VIII-I-155	설비 기준 정보
VIII	VIII-I			VIII-I-156	설비 상태 정보
VIII	VIII-I			VIII-I-157	설비 Alarm 정보
VIII	VIII-I			VIII-I-158	설비 Interlock 정보
VIII	VIII-I			VIII-I-159	설비 예방 정비 정보
VIII	VIII-I			VIII-I-160	설비 Data
VIII	VIII-I		VIII-I-161	설비 작업 오더 정보	
VIII	VIII-J		PLM-SCM	VIII-J-162	제품 모델 정보
VIII	VIII-J			VIII-J-163	고객 요청 사항
VIII	VIII-J			VIII-J-164	협력사 요청 사항
VIII	VIII-K		PLM-QMS	VIII-K-165	제품 모델 정보
VIII	VIII-K			VIII-K-166	품질 이상 정보
VIII	VIII-K			VIII-K-167	제품 자재 BOM 정보
VIII	VIII-K			VIII-K-168	생산 Recipe
VIII	VIII-L		PLM-CMMS	VIII-L-169	설비 기준 정보
VIII	VIII-M		SCM-QMS	VIII-M-170	품질 이상 정보
VIII	VIII-M			VIII-M-171	고객사 요청 사항
VIII	VIII-M			VIII-M-172	협력사 요청 사항
VIII	VIII-N		SCM-CMMS	VIII-N-173	설비 이상 정보
VIII	VIII-N	VIII-N-174		설비 기준 정보	
VIII	VIII-N	VIII-N-175		고객사 요청 사항	
VIII	VIII-N	VIII-N-176		협력사 요청 사항	
VIII	VIII-O	QMS-CMMS	VIII-O-177	설비 기준 정보	
VIII	VIII-O		VIII-O-178	설비 예방 정비 정보	
VIII	VIII-O		VIII-O-179	설비 이상 정보	
IX	DATA 활용	IX-A	설비/품질 Data	IX-A-180	설비 Data 분석
IX		IX-A		IX-A-181	설비 예지 정비
IX		IX-A		IX-A-182	품질 Data 분석
IX		IX-A		IX-A-183	품질 이상 예지 정비
IX		IX-A		IX-A-184	에너지 Data 분석
IX		IX-A		IX-A-185	배출물질이상예측
X	효과 분석	X-A	지표개선	X-A-186	설비 종합 효율
X		X-A		X-A-187	시간당 생산량
X		X-A		X-A-188	재고 회전율
X		X-A		X-A-189	공정 능력 지수

[Sample]			
분류 번호	I-A-1		
대분류	I	전략	
중분류	I-A	CEO & 임원	
진단 항목명	CEO & 임원의 S/F 이해도		
진단 목적	<p>■ CEO 및 경영진의 Smart Factory에 대한 이해 정도를 파악하여 해당 회사의 Smart Factory 구축 및 운영에 있어 올바른 방향으로 발전할 것인가에 대한 평가</p>		
진단 내용	<p>CEO 및 경영진의 Smart Factory에 대한 이해도는 어느 정도이며, Smart Factory에 대한 지식과 정보를 얻기 위한 학습 방법은 어떤가?</p>		
판단 기준	A	경영진의 Smart Factory에 대한 이해도가 매우 높고, 정기적인 학습 모임에서 정보와 지식을 습득.	5
	B	경영진의 Smart Factory에 대한 이해도가 높고, 비 정기적인 모임에서 정보와 지식을 습득 중	3.5
	C	경영진의 Smart Factory에 대한 이해도는 보통이고, 다양한 온라인 채널을 통하여 정보와 지식을 습득	2.5
	D	경영진의 Smart Factory에 대한 이해도는 부족하고, 단편적인 뉴스, 기사 등으로 통하여 정보와 지식 습득	1.5
	E	경영진의 Smart Factory에 대한 이해도는 많이 부족하고, 별도의 학습 방법을 실행하고 있지 않음.	0.5
평가 참고	<p>■ [평가기준] 경영진을 대상으로 Smart Factory의 정의 및 목표, 효과 등에 대한 인터뷰 실시 - Smart Factory 정의 답변에 '시물레이션', 'CPS' 등을 언급하면 이해도는 매우 높은 것으로 판단. - 목표나 효과에 대한 답변에 '생산성 향상', '품질, 설비 등에 대한 이상적 관리' 등을 언급하면 이해도는 매우 높음으로 판단.</p> <p>■ [평가방법] - 이해도는 A 등급이나 학습 부분이 C 등급으로 판단되면 B 등급을 부여 - 이해도는 A 등급이나 학습 부분이 D 등급으로 판단되면 평가 위원의 판단에 의거하여 평가 단, A 등급과 D 등급은 부여할 수 없고, 반드시 B 또는 C 등급을 부여.</p>		