
〈참고자료〉
스마트공장 수준단계별 구축 Case 예시

2021. 1

스마트제조혁신추진단

목 차

CASE 별 스마트 공장 성숙도 레벨 종합	1
Case1-1 자동화/디지털화 동시 구축(1)	11
Case1-2 자동화/디지털화 동시 구축(2)	19
Case2 노후 PLC 교체와 디지털화 동시 구축	27
Case3 자동화 장비 도입과 디지털화 동시 구축	33
Case4 단순 반복적인 행정업무의 사무자동화	39
Case5 오감 작업의 센싱에 의한 IIOT 구축	45
Case6 자동화 설비 개발 및 디지털화 구축	52
Case7 제조 물류 최적화 및 디지털화 구축	61
Case8 공급 사슬 상 기업군별 스마트공장 구축	68
Case9 자체 전산실에서 클라우드 컴퓨터 활용 구축	74
Case10 Paas 기반의 응용 S/W 도입 및 개발 구축	84
Case11 품질경영시스템(QMS) 스마트화 구축	91

스마트공장 수준단계별 구축 CASE 예시

2021.1.20.

스마트제조혁신추진단

□ 작성 배경

제조업 경쟁력 강화를 위해 2014년부터 추진해온 스마트공장 보급·확산 사업은 2020년 현재까지 19,799개 사업이 진행되었으며, 아래 기준에 의거 대부분 기업이 MES, ERP, PLM, SCM 4가지의 솔루션 공급을 중심으로 사무자동화에 초점을 맞춰 중점적으로 추진하였다.

<표1. 스마트화 수준 정의표>

	현장자동화 FA	공장운영 MES	기업자원관리 ERP	제품개발 PLM	공급사슬관리 SCM	주요도구
고도	IoT/loS 기반의 CPS화				인터넷 공간상 비즈니스 CPS 네트워크 협업	인공지능, AR/VR, CPS 등
	IoT/loS화	IoT/loS(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영				
중간2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	시뮬레이션과 일괄 프로세스 자동화	다품종 개발 협업	센서 제어기 최적화 도구
중간1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기술 정보 생성, 자동화와 협업	다품종 생산 협업	센서 + 분석도구
기초	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운용	서버를 통한 기술/납기 관리	단일 모기업 의존	센서 바코드 RFID
ICT 미적용	수기작성	수기작성	수기작성	수기작성	수기작성	전화와 이메일 협업

이러한 솔루션들은 3차 산업혁명의 대량생산 시대에 기계장치와 IT 솔루션을 융합하여 제조혁신을 수행해온 사업들이다. 2001년부터 추진한 ERP 30,000개 보급 사업을 시작으로 2020년에 이르기까지 MES, ERP, PLM, SCM 4가지 솔루션을 보급하는데 1,600만원 → 3,000만원 → 5000만원 → 1억원 → 1.5억원으로 사업비 지원이 점진적으로 증가 되어 왔다. 솔루션 구축에 투입되는 비용이 증가된 만큼 기능도 Upgrade되어 솔루션을 구축한 제조기업의 경제적 효과가 더욱 뚜렷하게 나타나야 하지만, 중장기적 관점이 아닌 단기적 시야에 의존한 부분적인 솔루션 운영 등 부족한 점이 많아 공급자 중심의 사업이란 지적을 받아 왔다. “4차 산업혁명의 새로운 제조업 시대”를 맞이하여 중장기적 관점에서 생산 현장 자동화를 기반으로 디지털화, 스마트화 중심의 사업을 진행하여 제조업 경쟁력 향상을 도모하고자 한다. 이를 위해 현 스마트공장 보급·확산 사업의 고도화1, 고도화2 정부지원금을 각각 최대 2억원, 최대 4억원으로 상향하여 2021년부터 새롭게 추진한다.

□ 추진 방향

스마트공장 보급·확산 사업은 기초, 중간1, 중간2, 고도 단계를 구축시스템의 스마트화 수준으로 측정한다(표1. 스마트화 수준정의표 참고). 기업이 스마트공장을 구축할 때 사무자동화의 시스템뿐만 아니라, 자동화 등도 함께 진행되는 현실에 맞춰 공장 자동화, 디지털화 등에 대해 참고할 수 있는 수준단계 별 구축 Case 예시를 제공하고자 한다. 스마트 공장을 도입하려는 제조기업이나 이를 공급하는 기업들은 수준단계 별 구축 Case 예시를 참조하여 비용을 산출하며, 경제적 효과를 달성하도록 권장한다.

첫째, 3D(Dirty, Difficult, Dangerous), 단순 반복적인 작업을 자동화와 디지털화를 동시에 실행하여 생산성을 향상하는 주 52시간제를 대응하는 사업에 주력한다.

예를 들어, 60명의 직원이 주 52시간으로 월 600개를 생산하는 가공, 조립 기업이 잔업을 통해 최대 1,000개를 생산하여 고객에게 납품하는 기업이 있다면, 사업주는 주 52시간제로 30명씩 2개 기업으로 분할하여 500개씩 생산하는 기업 분할을 하고 있다. 이것을 60명이 주 52시간 근무하여 1,000개 이상을 생산하는 스마트공장 구축 사업을 수행하면 기업은 경쟁력을 가질 수 있다.

둘째, 2020년도에 스마트제조혁신기획단에서는 클라우드 기반의 스마트공장 보급·확산 사업을 경제적으로 달성하기 위해 KAMP (Korea AI Manufacturing Platform) 인프라와 AAS 기반의 제조 데이터 수집·저장 표준체계를 추진하였다.

따라서 스마트공장 보급·확산 사업은 생산 현장에서 3D, 단순 반복적인 자동화를 수행하면서 자동화 설비로부터 측정되는 Raw Data를 수집하여 클라우드 컴퓨팅 환경의 빅데이터베이스에 저장하는 디지털화와 Big Data, AI, AR/VR, Digital Twin 등 최신의 솔루션을 도입하여 경제적인 가치를 창출하는 스마트화 중심으로 고도화 사업을 2021년도부터 본격 추진한다. 11가지 Use Case를 기반으로 공급기업 중심에서 제조기업 중심으로 스마트공장 보급·확산 사업에 참고·활용할 수 있다. 공급기업과 도입기업은 자체 전산실에 구축해오던 것을 클라우드 기반으로 추진하기 위해서 CSP(Cloud Service Provider)사와 협업하여 추진한다. 정부에서 구축한 KAMP 인프라를 활용하는 것을 권장한다. Use case는 다음 페이지의 작성 기준에 따라 11가지 Case 별로 스마트공장 보급·확산 사업에 참고·활용할 수 있다. 기업 환경에 따라 적용 범위, 순서 등이 다를 수 있으나 참고하여 구축을 수행하면 기업에 경제적 가치를 창출할 수 있을 것이다.

□ 사업 개요

- 스마트공장의 성숙도 레벨을 달성하기 위한 사업 개요 및 경제적 목표를 기술
 - 노동 집약적인 공장을 기술 집약적인 스마트공장으로 구축하여 단순근로자를 지식 근로자로 전환하여 경제적 가치를 창출

□ 현 기업의 수준(예시)

제품 설계 ~ 생산 ~ 공장 내 원료/소재 입고/검사 ~ 제품 검사 ~ 출하까지 제조 기업의 프로세스별 제조 현장과 사무실 업무 현황을 실제 기업 사례를 중심으로 실현 가능성 있는 내용 작성과 스마트 공장의 도달 목표를 명기한다.

○ 핵심 사업

소재/원료를 구매(또는 사급)하여 종업원 XX 명이 제품을 설계, 생산하여 (모)기업에 공급하는 B2B 사업내용에 적용된다.

○ 업무 내용

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용

공급사로부터 원료/소재가 입고되면, 수량 및 품질을 육안(또는 검사구) 검사하여 창고에 수동 적재 혹은 자동창고에 의한 적재하는 업무를 수작업과 자동화 작업을 구분하여 작성한다.

- 제품 설계 및 생산 계획내용

고객이 원하는 제품을 생산하기 위해 제품 설계 및 생산 원가 계산을 엑셀로 혹은 S/W Tool 혹은 ERP, PLM를 이용하여 설계, 계산하고 생산계획을 수작업 혹은 MES로 계획수립 및 실적관리라는 내용을 작성한다.

- 생산 작업 현황

생산 작업자 xx 명이 반자동 장비를 이용하여 3단계 작업 공정을 거쳐 최종 제품 생산 혹은 자동화 설비로 생산하나 설비에 소재 투입 및 반제품을 다른 설비로 이송하는 것을 수작업 혹은 자동화로 투입 및 다음 기계로 자동 이송 등 작업 공정 설명한다. xx 명이 소재를 작업자가 작업 Tool로 조립 업무 수행하고, 생산 현장에서 xx 명이 xx 장비를 가지고 수동 혹은 xx명의 작업자가 부품가공 업체로부터 공급 받아 완성품을 조립 생산하여 기업에 공급하며, ERP 시스템이 도입되어 자재구매, 생산 원가 등을 사무자동화 업무를 수행하고, MES 시스템은 미도입 되어있다.

- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking

공장 내 원료, 소재, 중간재, 제품, 작동 작업 Tool, 이동기기 등 수작업으로 관리하고
혹은 RFID Tag를 이용하여 자동으로 Tracking 관리한다.

- 제품 검사 및 출하

중간제품 및 완제품을 육안으로 품질 검사 및 합격 여부 판정 혹은 비전 검사 혹은
품질 측정기로 자동 검사하고 검사자가 검사결과 합격 여부를 판정한다.

- 시스템 운영현황

ERP 시스템은 도입되었으나 활용성이 미흡하고 MES/POP는 도입되어 있으나 실적
관리를 작업자가 키오스크를 이용하여 입력하고 있어 작업자가 정확하게 입력하지
않으면 데이터의 정확성이 떨어져 활용성이 낮다. 자체 전산실에 ERP, MES, SCM
서버가 도입 운영되고 있으며, 솔루션 공급사와 SLA(Service Level Agreement)를 계약
없이 운영됨으로써 기능 활용성이 매우 저조하다.

○ **스마트공장 목표**

본 제조 기업은 스마트공장 중간 2 수준의 목표로 생산 현장을 자동화하고 자동화된
설비로부터 측정되는 설비 상태, 공정 제어 데이터를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드
컴퓨터에 저장하고 AI, Big Data, AR/VR, Digital Twin 등의 솔루션을 도입하여 P,
Q, C, D를 향상하고 데이터의 가치를 창출한다.

□ **스마트공장 보급 확산 사업 범위**

○ 스마트공장 보급 및 확산 사업의 범위는 11개 Use Case(사례)에 참조하여 참여기업체
의 상황에 적합하도록 실제 내용 중심으로 구축한다. 지금까지 보급 확산 사업은 생산
현장이 수작업으로 수행하면서 MES/POP, ERP, PLM, SCM 중심으로 구축을 해왔다
면. 앞으로는 다음과 같은 구축 사업을 중심으로 추진한다.

- 스마트공장 보급 확산 사업은 가공, 조립 및 연속 공정 등 제조 현장에서 3D, 단순
반복적인 작업을 자동화하면서, 자동화된 설비를 중심으로 공정, 공장, 기업 단위로
생성되는 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨팅 기반의 빅
데이터베이스에 저장하고, 실시간으로 생산 현장을 모니터링 할 수 있도록 구축한다.

- 제조 Raw Data가 클라우드에 6개월 이상 축적되면 빅데이터 분석, AI 솔루션을
활용하여 사람 대신 인공지능이 모니터링, 분석, 판단하고 사람은 인공지능이 판단한
결과를 기반으로 최종적인 의사결정을 하고 신속하게 조치하는 스마트화를 추진한다.

○ 소프트웨어의 도입 단계는 생산 현장과 사무실의 업무를 표준화한 뒤 자동화를 선행적으로
구축한 이후 MES/POP를 도입하고, 다음에 ERP, PLM, SCM을 도입하는 것이 효율적이다
(단 기업의 업종과 규모에 따라 다르게 적용할 수 있다).

- 지금까지는 보통 자체 전산실(서버)에 구축하던 것을 2021년도부터는 클라우드 기반으로
MES, ERP, SCM, PLM을 도입하는 것을 권장한다.

- 도입 순서는 아래와 같이 구축 단계별 추진하는 것을 원칙으로 하나 기업의 환경에 따라 경제적 효과를 감안하여 도입 순서를 변경할 수 있다.
- 솔루션을 도입할 때 생산 현장의 작업자나 사무실 근무자의 작업부하를 감소 되도록 하고 시스템을 도입 후 작업자의 부하가 가중되면 안 된다.
- 생산 현장의 자동화를 구축한 다음 혹은 동시 구축으로 MES/POP를 도입하여 운영한다. MES/POP를 도입 및 운영하면서 재무회계 등 업무 자동화를 ERP 시스템을 도입한다.

도입 순서는 다음과 같이 수행하는 것을 권장한다.

- ① 기초 단계
생산 현장의 간이자동화 및 디지털화 + MES/POP 도입 동시 구축
- ② 중간 1 단계
단위 설비/공정 자동화 및 디지털화 + ERP 도입 + MES/POP 개선 동시 구축
- ③ 중간 2 단계
단위 공정/공장 자동화연결 및 디지털화 + PLM, SCM 도입 + MES/POP, ERP 기능 개선 + 스마트화 등 동시 구축

□ 기초 수준

작업자가 생산 현장 혹은 사무실에서 수행하고 있는 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 부분적으로 자동화, 디지털화하여 작업자의 부하를 경감하고 단순근로자를 지식근로자로 전환하는 구축을 시도하는 단계이다.

○ Master Plan 수립

20명이 작업하는 생산 현장의 작업을 자동화하면서 자동화된 설비 및 공정에서 측정되는 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고, 클라우드 기반의 MES/POP → ERP → PLM, SCM 등을 단계적으로 도입하고, 축적된 데이터를 활용하여 Big Data, AI 솔루션을 도입하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan 수립한다.

- 자동화 설비를 CAD로 제작 설계하여 Digital Twin의 3차원 시뮬레이션으로 부품 조립작업 자동화의 구현 가능성을 확인한다.
- 설계 때 설비의 열화, 마모 상태를 예측할 수 있는 지능화된 기능을 가진 설비를 개발한다.
- 글로벌 시장에 없는 스마트화 설비를 개발하면 국내 제조 기업에서 성능 검증 후 글로벌 시장에 수출하도록 한다.

○ 단위 장비, 설비 등 간이자동화

3D, 단순 반복적인 작업을 자동화하여 단순근로자를 지식근로자로 전환하기 위해 기초 단계에서는 단위 장비 혹은 설비 단위로 자동화를 시도하는 단계이다. 기초 단계에서는 가공 및 조립하는 작업을 자동화하기 위해 소프트웨어를 이용, 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과 조립 자동화 설비 중 1개 조립 설비를 시범적으로 자동화하는 설비를 설계, 제작하여 자동화 시험한다.

○ 단위 장비, 설비 등 디지털화

단위 장비 혹은 설비별로 자동화된 설비의 상태 및 제어 데이터를 PLC 제어 주기별로 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 의거 가능한 클라우드 컴퓨팅에 저장한다.

- 저장된 데이터를 활용하여 생산 현장의 상황을 실시간을 언제 어디서나 모니터링 할 수 있도록 구축한다.
- IIoT 센서를 추가 도입하여 사람이 오감으로 판단하는 것을 측정한다.

○ 클라우드 컴퓨팅 기반의 업무 자동화

지금까지 자체 전산실에 구축해 운영해오던 혹은 신규로 구축할 MES, ERP, PLM, SCM 등 소프트웨어를 도입할 때 클라우드 컴퓨터 기반으로 도입하는 것을 권장한다.

- 기존에 도입되어 운영하는 소프트웨어는 3~5년 내용 연계가 다 되고 하드웨어 교체 시점, 성능 부족으로 고성능의 컴퓨터 도입 시점, 솔루션 기능 미흡으로 성능 개선을 위한 시점에 자체 전산실에 있는 솔루션을 클라우드 컴퓨팅 환경으로 Migration 하여 운영한다.

□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기반으로 기초 단계를 구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 "중간 1 단계"를 구축하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 단위 설비/공정의 자동화

기업 규모에 따라 기초 단계에서 시범적으로 자동화한 장비 혹은 설비 단위로 구축한

실적기반으로 단위 공정 단위로 확대하여 자동화를 구축한다.

- 기초 단계에서 시험 검증된 설비, 장비를 최소한의 작업자가 작업할 수 있도록 공정 단위로 확대하여 자동화 설비를 제작, 운영 혹은 상품화된 자동화 설비를 도입한다.
- 생산 설비 및 공장 내 이동기기, 반제품, 완제품 등을 실시간으로 추적 및 모니터링 할 수 있는 IoT Sensor 도입한다.

○ 자동화 설비/공정의 디지털화

자동화 설비로부터 측정되는 Raw Data 및 생산 실적 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계*에 따라 클라우드에 저장, 실시간으로 공장을 모니터링 가능하도록 구축한다.

* KOSMO에서 제공하는 “AAS(Asset Administration Shell) 기반의 제조 Raw Data 수집 및 저장 표준체계”에 따라 제조 기업에서 사용하는 동일 장비, 공정에 대하여 같은 데이터 항목, 속성, 주기 등을 가지고 클라우드 Time Series Database에 저장하는 것을 권장한다.

- 자동화 설비에 추가로 필요한 IIoT 센서를 도입한다.
- 설비/공정 일부의 Digital Twin 솔루션을 도입 운영한다.
- 공장 전체의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션을 도입 한다.

○ 클라우드 기반의 솔루션 도입

자체 전산실에서 구축하여 운영해온 ERP, MES, PLM, SCM, Big Database 등 컴퓨터 서버 및 스토리지가 3~5년 경과되어 노후화로 인한 하드웨어 교체 시점에 클라우드 컴퓨팅 환경으로 Migration 하도록 한다.

- 기초 단계에서 MES/POP가 구축되었다면 생산 현장의 자동화를 확대하면서 실시간으로 데이터를 가공 처리하여 생산, 품질, 설비, 자재관리 등의 기능을 개선 및 추가한다.
- ERP가 도입되어 운영하고 있다면 생산 현장의 자동화, 디지털화 체계에 따라 자동으로 실제원가와 표준원가의 Gap을 줄이고, 재무, 회계, 인사, 구매 등의 기능을 개선 혹은 추가해 나간다.

□ 중간 2 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ Master Plan Upgrade

중간 1단계를 구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 를 구축 하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 전체 공장의 자동화 및 최적화

기업 규모에 따라 기초, 중간 1단계에서 자동화한 것을 공장 단위로 확대하여 공장 전체를 자동화하면서 최적화해 나간다.

- 중간 1단계에서 공정단위로 자동화한 것을 전후 공정을 고려한 공장 단위 전체를 자동화하면서, 최소한의 작업자가 최적의 작업을 하고 원격에서 지식근로자가 생산 현장을 모니터링하면서 원가절감, 품질향상, 생산 증대할 수 있는 개선 방안을 도출 하여 지속 발전해 나간다.
- 공장 내 이동기기, 반제품, 완제품 등을 실시간으로 추적 및 모니터링하면서 공장 전체의 상황을 자동으로 설비를 원격 제어한다.
- 조립 공장의 경우 자동화가 어려운 개소, 경제성이 부족한 개소는 협동 로봇을 도입하여 작업자의 부하를 낮추면서 생산성을 높일 수 있도록 한다.

○ 공장 전체의 디지털화

전후 공정 상황을 상호 통신하면서 공장 전체에서 측정되는 설비 상태, 공정 제어 상태 데이터 및 기업에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드에 저장 하고, 분석 활용할 수 있는 각종 솔루션을 도입한다.

- 설비 및 공정상태 측정데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드에 저장하고 축적된 데이터를 활용하여 AI, Big Data 등과 같은 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입 활용한다.
- 신규로 도입되는 장비, 설비는 가능한 AAS 기반의 3차원 설계 도면과 Simulation이 가능한 Digital Twin의 설비를 도입 운영한다.
- 전 설비/공정의 Digital Twin 솔루션을 도입 운영한다.

○ 클라우드 기반의 스마트 솔루션 도입

생산공장에 도입된 기존의 솔루션 및 신규 솔루션을 클라우드 컴퓨터 기반으로 운영 되도록 종합적인 시스템을 구축하여 경제성을 도모한다.

- 기존의 ERP, MES, PLM, SCM 등 가동 후 3~5년 경과 시 노후된 전산기를 교체하는 시점에 클라우드 컴퓨팅 환경의 솔루션으로 Migration 한다.

- 클라우드 컴퓨팅 환경에서 기업 자체 전산실을 운영하면서 신규 구축되는 솔루션과 다른 솔루션 간 쉽게 연동되도록 구축한다.

○ 공장의 스마트화

공장에 축적된 데이터를 이용하여 설비 공장 예측, 공정 이상 예측, 품질 불량 예측, 품질 판정 스마트화 등 데이터를 활용한 다양한 데이터 기반 분석·활용 솔루션(AI, Big data 등)을 도입한다.

- 설비 상태와 공정 제어 데이터를 활용 및 기계학습을 학습하여 기준 패턴 모델을 만들고 설비 상호 간의 연관성을 기반으로 Digital Twin 공장을 만들어 돌발 고장 및 설비의 마모, 열화에 의한 수명을 예측한다.
- 설비 상태에 따른 공정 이상이나 운전자의 실수 등 변경에 따른 공정 이상을 실시간을 예측한다.
- 설비 마모 상태에 따라 품질 불량, 에너지 손실 및 환경오염 발생도를 예측한다.
- 육안으로 중간재 및 완제품의 불량품을 검사하는 것을 비전 카메라로 인식하여 딥러닝 학습 후 데이터 기반 분석·활용 솔루션(AI, Big data 등)에 의한 품질 합격 여부를 자동 판정한다.
- 신규 도입되는 장비, 설비는 AAS 기반으로 설계, 제작되어 Digital Twin의 설비를 도입하며, 설비 공급사가 원격으로 설비를 예지 정비하고, 수명 기반의 부품을 교체하고 유지보수 업무를 원격으로 진행하도록 한다.

□ 고도 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계”를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화되어 있다. 사무실의 단순 반복적인 행정업무는 모두 솔루션으로 대체하고 필요에 따라 RPA(Robotic Process Automation)를 도입하여 클라우드의 전용 전산실에 구축된 전사 데이터를 활용하여 창의적인 업무를 수행한다.

○ 기업 전체의 디지털화

연속 생산 공장 혹은 가공 및 조립 기업 전체에서 생성되는 모든 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도를 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조기업과 데이터를 연결하여 재고 제로화 등 데이터 가치를 창출한다.
- 공급 사슬 상의 기업간 수주 및 판매, 생산계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 제로화를 통한 원가 경쟁력을 제고한다.
- 전사 최적화를 위한 Digital Twin, CPS 기술을 도입하여 운영하고 공급 사슬 상의 기업 간 협업한다.

<표2. 수준단계별 구축 Case 참고 정의표>

	계획수립	공장 자동화*	사무 자동화*	디지털화	스마트화	클라우드**
고도	Master Plan Upgrade	CPS 기반 자율생산공장	지능화 솔루션 도입	Digital Twin 기업간 데이터공유	Big Data 기반의 AI, AR/VR 등 솔루션 도입	클라우드 컴퓨팅 기반의 전사 전산 자원 구축 및 활용
중간2	Master Plan Upgrade	공정/공장 단위 자동화	- SCM 도입 - PLM 도입	공정/공장 단위 디지털화 실시간 자동제어	공정/공장 단위 데이터 Simulation, Model 분석 및 부분적 AI 도입	ERP, MES, PLM, SCM, Big Database, AR/VR, AI, Digital Twin 등 클라우드 환경 구축
중간1	Master Plan Upgrade	설비/공정 단위 자동화	ERP 도입	설비/공정 단위 디지털화 실시간 모니터링	설비/공정 단위 데이터 분석, 활용	ERP, MES, Big Database, AR/VR 등 클라우드 환경 구축
기초	Master Plan 수립	간이 자동화	MES & POP 도입	설비/장비 단위 디지털화 데이터 수집	선택적 데이터를 활용한 분석, 활용	MES, Big Database의 클라우드 환경 구축
단계 특성	단계별 계획수립	자동화 범위 단계적 확대	환경에 적합한 S/W 도입	AAS 기반 저장 모니터링 수준	장비, 공정, 공장 단위로 데이터 기반 AI 확산	자체 전산실에서 클라우드 환경으로 단계적 확대

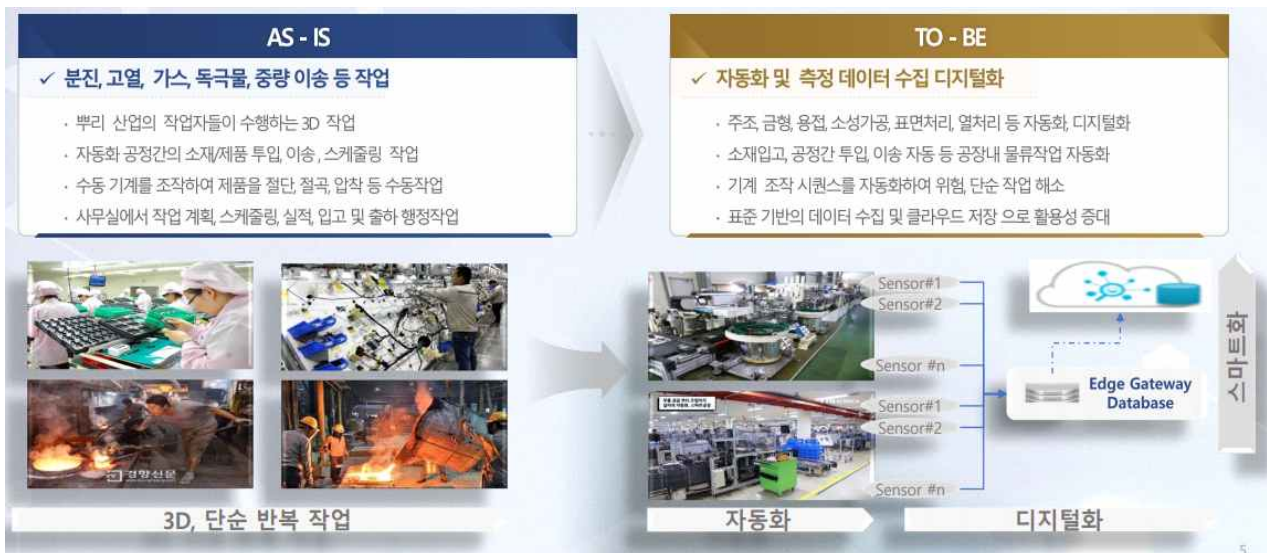
Case1-1

자동화/디지털화 동시 구축

□ 사업 개요

- 제조 현장에서 3D(더럽고, 어렵고, 위험한), 단순 반복작업을 자동화 기계, 로봇, 코봇, AGV, AR/VR 등 제품을 활용하여 작업자의 부하경감, 자율 생산하면서 자동화 설비 상태, 공정상태 등을 측정하는 Raw Data를 수집 저장하는 디지털화 동시 구축

* ERP, MES, PLM, SCM 등 솔루션 도입 없이 자동화 및 디지털화를 동시 수행하면 보급 확산 사업 지원 대상 사업이고, 자동화만 수행하면 스마트 보급 확산 사업 대상이 아님.



□ 현 기업의 수준(사례: 가공 및 조립업종)

○ 핵심 사업

(주)OO 은 휴대폰용 이어폰 부품가공(13명) 후 조립(23명)하여 대기업(OO)에 납품하는 회사이다.

○ 공장 운영현황

- 원료, 소재의 입고 및 검수 현황
원자재가 공급사로부터 트럭으로 입고되면, 수량 및 품질을 육안으로 검사하고, 창고에 수동 적재·관리를 하고 있다.
- 부품 가공공정 작업 현황
프레스, 사출, 필름, 도장, 인쇄 공정으로 이어폰 부품 가공공정(13명)이 구성 되어 있으며, 사내에서 직접 이어폰 부품을 가공 후 부품을 조립 공정으로 이동하고 있다.
- 부품 조립 공정 작업 현황

3명의 작업자가 가공 부품을 수작업으로 운반하며 20명의 작업자가 수동으로 부품을 조립하고 있다. 조립생산 후 완성품을 육안검사 또는 계측기로 수동 검사하여 일과 후 작업 일보에 수기로 생산, 품질 실적을 기록한 후 다음날 엑셀로 기록·관리하고 있다.

- 부품 가공·조립공정 프로세스 현황

“자재 조달 → 부품가공 → 조립생산 → 검사/보관 → 출하 → A/S”

- 설비 및 공정 자동화 현황

제조공정은 단품 가공설비, 수작업/기계작업 위주의 조립 공정을 보유하고 있으며 현재 신규 주력모델용 일부 생산 설비는 자동화 조립 공정을 자체 개발하여 설치, 가동하고 있다.

- 생산관리 현황

고객 수주 이후 수동으로 생산 계획을 수립한 후, 자재 발주 및 입고관리, 생산지시, 생산 실적관리는 생산정보 MES/POP 시스템으로 일부만 자동으로 이뤄지고 있으며, 설비작업 조건을 수동으로 기록 및 엑셀로 관리하고 있다.

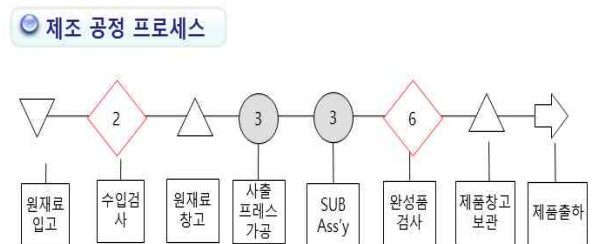
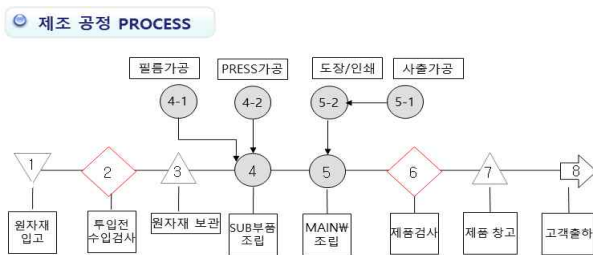
○ 시스템 운영 현황

ERP 시스템은 도입 되어 있으나, 전표처리 등 일부 회계업무에서만 사용하고 있어 활용성이 미흡하다. 또한 MES/POP 시스템을 도입하여 일부 생산실적관리 기능을 활용하고 있으나, 적합품 및 부적합품(불량)에 대한 집계, 설비/자재관리는 수작업으로 관리 하고 있다.

○ 스마트공장 목표

본 제조기업은 스마트공장 중간2 수준의 목표로 생산 현장을 자동화하고 자동화 된 설비로부터 측정되는 제조 데이터를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨터에 저장하고 AI ,Big data 등의 솔루션을 도입하여 P, Q, C, D를 향상하고 데이터의 가치를 창출하고자 한다.

○ 부품 가공공정·조립공정 프로세스



□ 기초 수준

작업자가 생산 현장 혹은 사무실에서 수행하고 있는 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 부분적으로 자동화, 디지털화하여 작업자의 부하를 경감하고 단순근로자를 지식근로자로 전환하는 구축을 시도하는 단계이다.

○ 계획 수립 : Master Plan 수립

부품 가공공정(작업자 13명) 및 부품 조립공정(작업자 23명)의 생산 현장 작업을 자동화 하면서 자동화된 설비 및 공정에서 측정되는 Raw data(제조데이터)를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고, 클라우드 기반으로 기존에 도입되어 있는 MES/POP 확장 → ERP 확장 → SCM, PLM 도입 등을 단계적으로 확장·도입하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 아래와 같은 내용을 포함한 Master Plan(기초 단계~고도단계)을 수립한다.

- 부품 가공공정·조립공정의 자동화 설비를 CAD로 제작 설계하여 Digital Twin의 3차원 시뮬레이션으로 구현 가능성을 확인하는 수준의 계획을 수립한다.
- 부품 가공공정·조립공정을 자동화할 수 있는 계획을 수립하고, 자동화 설비의 열화, 마모 상태를 예측할 수 있는 지능화된 설비 개발 계획을 수립한다.
- 기초 단계에서 고도 단계까지 달성할 수 있는 종합 계획을 수립한다.
- 베트남에 위치 한 공장에서 수동 기반 가공공정·조립공정 가공비와 국내에 위치 한 공장에서 자동 기반의 가공공정·조립공정가공비를 비교·분석하는 등 부품 가공비 경쟁력 향상을 위한 종합적인 분석·계획을 수립한다.

○ 공장 자동화 : 간이자동화

Master Plan에 따라 “기초 단계”수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

- (부품 가공공정) 프레스, 사출, 절삭 가공 공정에서 작업자가 소재를 투입하고 가공된 제품을 인출하는 작업, 즉 Loading/Unloading 작업을 자동화한다.
- (부품 조립공정) 부품을 조립을 단위 공정 중에서 자동화 설비 1~2대를 도입하여 부품을 자동 조립 할 수 있도록 구축 한다.
- (부품 조립공정) 완성 제품의 성능을 수동에서 자동으로 검사하는 측정기를 도입하고, 육안으로 외관검사를 진행하며 수동으로 기록·집계하던 생산, 품질 실적을 MES 기반 자동으로 집계·관리 하도록 구축 한다.

○ 사무자동화 : MES/POP 도입

- 공장 전체를 관리할 수 있는 이어폰 부품 가공·조립업종에 특화된 MES/POP를 도입한다.
- MES/POP 기반 생산계획 대비 실적을 자동 기록·관리 및 작업 진행률·작업조건 모니터링, 실적 및 비가동을 분석하여 작업조건 이상 발생 시 작업자/관리자에게 신속한 대응체계를 마련한다.
- 생산현장의 신속한 정보 확인을 위해 원자재 입고·출고, 생산현장에 POP시스템을 도입하고, 바코드시스템 등을 활용하여 생산 진행 정보를 입력하고, 고객 Claim 발생시, 고객 요구에 Lot 품질 추적이 가능하게 한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

부품 가공공정·조립공정의 간이 자동화 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data(제조데이터)를 AAS 기반 데이터 수집·저장 체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 생산 현장의 상황을 실시간으로 모니터링 가능하도록 실행한다.

- 공정의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입할 수 있다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

MES/POP 기반 이어폰 부품 가공공정·조립공정의 생산 계획·실적 및 설비조건 등 Raw data(제조데이터)를 AAS 수집·저장에 의거 클라우드 컴퓨터에 저장 할 수 있도록 기반을 구축한다.

- 기존 자체 전산실에서 운영하는 ERP는 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Migration 하여 운영한다.
- 생산 정보화 MES/POP 시스템 운영 기능 향상
생산 계획 수립, 생산지시, 공정별·라인별 생산 실적 및 품질 실적을 실시간으로 수집·저장, 분석하여 생산 현장에 가시화되어 생산 운영에 반영되고 있으며 품목별 생산, 판매 실적을 Big Data로 저장, 분석되고 생산 실적과 투입된 자원(3M)이 당일 입력되어 일별로 설정된 표준원가 대비 실적원가가 분석되어 차이 분석까지 자동으로 산출되는 시스템을 운영한다.
- 생산 실적 기록 시 키오스크, HMI를 이용하여 생산 현장 작업자가 수작업으로 집계·관리하고 있다. 이를 MES/POP를 도입 시 생산실적을 자동으로 수집·저장, 관리 할 수 있도록 구축한다.

□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 "중간 1 단계" 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

- (가공공정) 프레스, 사출, 절삭 가공 공정에서 작업자는 다수의 설비를 셋팅 운영 하고 있으며 제품 가공 후 검사를 자동 비전으로 검사한 후 협동 로봇을 이용하여 자동으로 제품 포장하고, 설비 작업조건을 입력 요소에 의해 자동으로 설정 할 수

있도록 구축 한다.

- (조립공정) 자동화 라인에서 부품을 조립하고, 자동화 라인 각 설비에서 MES 기반 설비 작업조건 및 설비가동 상태 등을 실시간으로 자동 수집·분석, 모니터링 및 자동 비전 제품 외관검사 할 수 있도록 구축한다.
- (물류 자동화) 원자재 입고 검사 후 무인운반차(AGV)가 원자재 창고에 자동으로 입고되고, 가공공정의 부품을 조립공정에 무인운반차(AGV)로 자동으로 운반(입고/투입) 될 수 있도록 구축 한다. 조립완성품은 작업 후 Bar code 통한 자동입고 처리한 후 무인운반차(AGV)로 제품창고에 운반·적재 할 수 있도록 구축한다.

○ 사무자동화 : ERP 도입, 간이 PLM 도입

- MES 기반 공장제어 및 Raw data 생성이 가능하게 되면, ERP, PLM 등 주변 시스템과 연동하여 표준 원가관리 등을 할 수 있도록 구축한다.
- 설계 도면 관리·배포 및 개발단계 제품검증은 PLM을 도입하여 관리하고, 제품설계 CAD 도면이 생산 설비와 연동되어 자동 가공될 수 있도록 구축한다.
- 표준원가 대 실적 원가관리에 필요로 하는 공장 데이터(원자재 입고/재고, 반제품 재고, 가공비 실적, 제품 재고, 출하)를 일일 Batch File로 ERP에 업로드, 연동 될 수 있도록 구축한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비/공정의 디지털화

부품 가공공정·조립공정의 자동화 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data(제조데이터)를 AAS 기반 데이터 수집·저장 체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 생산 현장의 상황을 실시간으로 모니터링 가능하도록 실행한다.

- 공정의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션을 도입할 수 있다.
- 설비/공정 일부의 Digital Twin 솔루션을 도입한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

MES/POP, ERP 기반 부품 가공공정·조립공정의 생산 계획·실적 및 설비조건, 원가 관리 등 Raw data(제조데이터)를 AAS 수집·저장체계에 의거 클라우드 컴퓨터에 저장 할 수 있도록 기반을 구축한다.

- 부품, 제품 설계는 CAM으로 자동설계 및 Editing을 실시하고 개발 단계 설계된 도면과 개정상태, 개발 진척도 등을 PLM 시스템을 이용하여 자동으로 이뤄질 수 있도록 구축한다.
- 고객의 중, 단기 수주예측 시스템을 Big Data 시스템에 의거 월, 주간 수주량을 데이터 분석으로 수주예측을 하여 생산 계획을 생산 Capa 등 생산 기본정보를 이용한 자동 생산 계획을 수립(APS)하여 원자재를 MRP 시스템으로 자동발주 할 수

있도록 구축한다.

□ 중간 2 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계에서 수립한 Master Plan을 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장 자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화

- (가공공정) 프레스, 사출, 절삭 가공 공정에서 공장 전체 자동화 및 원격 생산 현장 모니터링 할 수 있도록 구축한다. 또한 중간재 및 제품 검사는 비전 자동검사에 사전 학습되어 외관, 성능검사가 모두 자동설비로 이뤄질 수 있도록 구축한다.
- (조립공정) 조립공정 전체라인을 자동화하여 부품을 조립하고, 부품투입과 제품 운반·적재까지 자동 운반시스템에 의해 자동으로 이동·관리 될 수 있도록 구축한다.

○ 사무자동화 : SCM, PLM 도입

- 전사적 자원관리를 통해 경영자에게 원가와 회계를 지원해 주는 ERP, R&D Raw Data를 최적화 관리하는 PLM, 원자재 공급사 관리를 포함한 최적의 원자재 관리 시스템인 SCM 등의 주변 시스템과 연동 될 수 있도록 구축한다.
- SCM 구축으로 ERP, MES와 동기화하여 스마트폰, POP등 현장기기에서 원자재 정보 확인, 원자재 발주에서 입고까지 One-stop 원자재 공급망 관리를 할 수 있도록 구축한다.

○ 디지털화 : 자동화 공장 전체의 디지털화

부품 가공공정·조립공정 공장 전체의 자동화 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data(제조데이터)를 AAS 기반 데이터 수집·저장 표준체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 공정 간 현장상황에 대해 상호 통신이 가능하며, 생산 현장의 상황을 실시간으로 자동제어 가능하도록 구축한다.

- 클라우드에 축적 된 제조 데이터를 활용하여 AI, Big data 등과 같은 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입·활용한다.
- 신규로 도입되는 장비, 설비는 가능한 AAS 기반의 3차원 설계 도면과 Simulation이 가능한 Digital Twin의 설비를 도입·활용한다.

- 전 설비/공정의 Digital Twin 솔루션을 도입·활용한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 운영

생산공장에 도입된 기존의 솔루션(ERP, MES/POP) 및 신규 솔루션(SCM, PLM)을 클라우드 컴퓨터 기반으로 운영되도록 종합적인 시스템을 구축하며, 솔루션 간 연동 될 수 있도록 구축한다.

- 인공지능 솔루션이 설비 상태를 모니터링, 분석 판단하여 사전에 돌발 고장을 예측하는 솔루션을 도입한다.
- 중간재 및 제품 검사는 비전을 측정된 데이터 딥러닝을 통한 제품의 불량과 성능을 자동으로 판정할 수 있는 솔루션을 도입한다.

□ 고도 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계“를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화되어 있다. 사무실의 단순 반복적인 행정업무는 모두 솔루션으로 대체하고 필요에 따라 RPA를 도입하여 클라우드의 전용 전산실에 구축된 전사 데이터를 활용하여 창의적인 업무를 수행한다.

○ 디지털화 : 기업 전체의 디지털화

가공 및 조립공정 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도 등을 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 Zero화 등 데이터 가치를 창출한다.
- 전사 최적화를 위한 Digital Twin, CPS 기술을 도입하여 운영하고 관련 기업가는 협업한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 Zero화를 통한 원가를 30% 절감한다.

- 자율생산 체계에서는 로봇이 주도적으로 일하지만, AI가 분석 판단한 결과를 기반으로 수행한 결과를 최종적으로는 사람이 평가한다.

< 기초 수준 ~ 중간 2수준 요약표 >

수준	기초 수준	중간 1 수준	중간 2 수준
제조 방식	공정 간이자동화	단위 설비/공정의 자동화	단위 공정/공장의 연결 자동화
수준 유형	<ul style="list-style-type: none"> - 제조공정에 MES/POP가 적용 되고 공정단위로 제품(UN)Loading이 간이자동화 되고 검사는 육안검사 - 프레스, 사출, 절삭가공기 단품 공정에서 원료, 제품을 설비에 자동(UN)Loading하고 현장의 생산 및 품질 실적을 주기적으로 입출력하여 진행 상태를 분석함 - 제조 설비와 창고관리 통합 업무 프로세스 시스템연계로, 작업지시, 운영, 실적이 자동 집계됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 공장의 설비조건, 가동상태가 실시간 자동으로 이뤄지고 일부 라인이 자동 라인으로 가공 및 조립하고 있음 - 프레스, 사출, 절삭 가공이 공정 설비를 세팅 자동 및 IN, OUT을 자동운영하고 있으며 제품 가공 후 비전으로 자동검사한 후 협동 로봇을 이용, 자동 포장함 - 설비작업/ 가동상태를 센서에 의해 자동으로 수집, 저장됨 - 생산& 출하 계획이 사전 시뮬레이션 수립되고 수주~납품 전체 프로세스가 모니터링 운영되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 공장 전체 자동화 라인을 IOT, BIG-DATA, AI 등 디지털화 된 전체라인을 자동으로 생산, 검사하여 출하함 - 프레스, 사출, 절삭가공기 공정에서 자동설비가 무인으로 오퍼레이터 되고 제품 검사는 사전 학습되어 성능, 외관검사가 자동 비전 설비로 이뤄지고 있음 - 수집, 분석된 설비작업 모니터링 상태는 클라우드에 BIG DATA화 저장, 예지 정비가 이뤄짐 - 부품투입~제품 출하까지 AAS 기반 데이터/AI 분석으로 이상징후가 감지되고 시정조치까지 자동 제어됨
제조 데이터	제조 Raw 데이터 생성, 수집저장	제조 Raw 데이터 실시간 수집저장	데이터 기반 Raw 데이터 분석 및 활용
사무 자동화	공정관리(MES/POP)	원가관리, 제품관리(ERP, 간이 PLM)	전사적자원관리, 공급망관리, 제품관리(ERP고도화, SCM, PLM)
실행 상태	D 생산 실적 데이터 수집	D → M 작업데이터 수집, 모니터링	D → M → A → C 작업데이터 모니터링, 분석, 제품 수익성 창출

□ 사업 개요

- 제조 현장에서 3D(더럽고, 어렵고, 위험한), 단순 반복작업을 자동화 기계, 로봇, 코봇, AGV, AR/VR 등 제품을 활용하여 작업자의 부하경감, 자율 생산하면서 자동화 설비 상태, 공정상태 등을 측정하는 Raw Data를 수집 저장하는 디지털화 동시 구축

* ERP, MES, PLM, SCM 등 솔루션 도입 없이 자동화 및 디지털화를 동시 수행하면 보급 확산 사업 지원 대상 사업이고, 자동화만 수행하면 스마트 보급 확산 사업 대상이 아님.



□ 현 기업의 수준(사례: 3D업종, 고무 가공 및 조립업종)

(주)OO은 자동차 고무 부품인 O-Ring을 고온에서 고무 성형기(사출기, 프레스)로 생산하는 자동차 2차 협력사로, 고온, 악취, 위험한 작업 현장으로 현장 인원 47명 중에서 50대 이상의 고령자가 50% 이상 근무하고 있다.

○ 공장 운영현황

- 제품 설계
자동차 신규 프로젝트 개발에 참여하여 고객이 원하는 제품을 생산/양산을 하기 위해 제품설계를 진행 하고 있으며, 최근에는 전기자동차 수요가 급증하여 매출이 30% 이상 급신장하였으며, 현장 작업자 18명을 정규직을 전환 채용하였다.
- 원료, 소재의 입고 및 검수 현황
고무 제품 특성은 자연 경화(최대 14일)가 일어나는 제품으로 원재료의 수입검사 및 선입선출 관리가 중요하나, 원재료 수입검사(점도계) 실적 및 원자재 불출관리를 수작업으로 기입하고 있어서 체계적인 관리가 안 되고 있다. 원재료의 숙성실(원재료

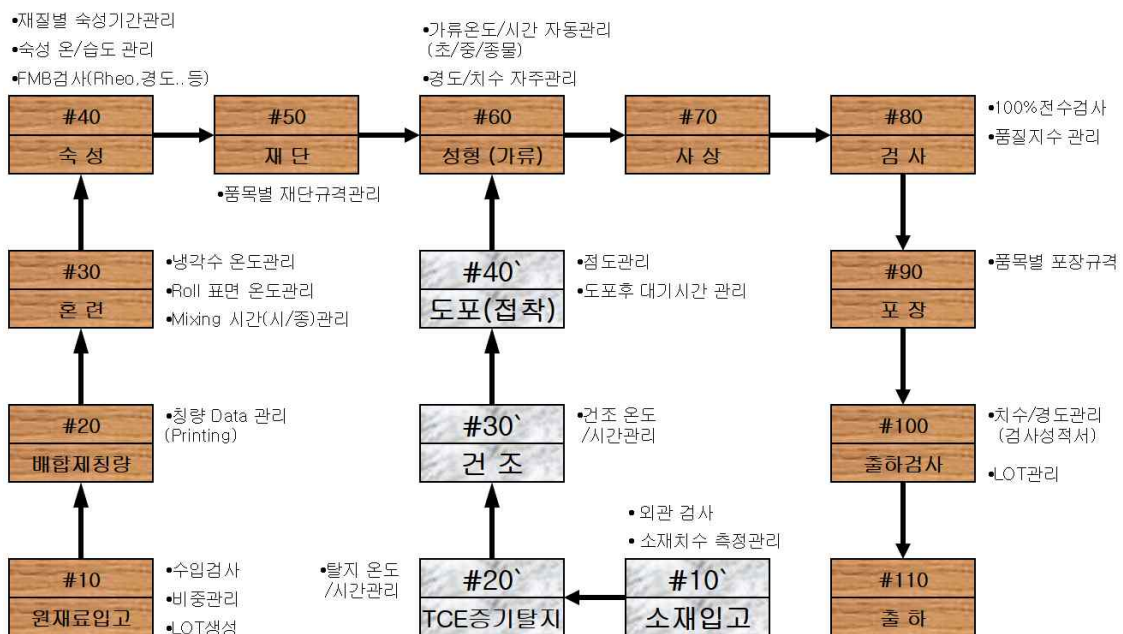
참고) 이동 및 설비 간 이동은 수동 대차를 이용하고 있으며, 숙성실 관리는 온도와 습도관리를 일정하게 유지해 주어야 자연 경화를 늦출 수 있는데, 현재는 숙성실의 온도계와 습도계를 부정기적으로 작업자가 육안으로만 확인 하고 있다. 숙성실 원재료 재고관리는 화이트보드에 기록·관리하고 있다.

- 생산공정 작업 현황

공정 프로세스 : 숙성실에서 원재료 불출 → 프레스, 절단기를 통한 고무 절단 → 고무 성형기, 도포기로 고무 성형 → 사상(Bur 제거) 작업 → 포장 → 제품창고 입고 → 출하 공정 → 고객 납품

* Bush, Mounter류 제품은 기구 부(부자재)로 위탁 가공하여 입고되며, 기구 부에 고무 원재료에 열을 가해 도포하여 고무 성형 조립품으로 생산하고 있다.

<고무업종 생산공정 프로세스>



- 검사공정 측정 현황

공정 중 샘플 검사(초·중·종물 검사)는 버니어 캘리퍼(측정기)로 측정 및 육안 검사 결과를 수기로 기록하며, 최종검사는 확대경을 활용한 육안검사로 하고 있어서 작업자의 피로도가 쌓이고 숙련도에 따라 불량률 검출 정확도가 차이가 발생한다.

- 설비 및 공정 자동화 현황

생산 설비는 단독 가공설비로 운영되고 있으며, 설비 간 연동은 안 되고 있다.

- 생산관리 현황

생산 계획과 일일 생산업무 지시는 인쇄물로 현장에 배포하여 공유하고, 고무 프레스 및 성형기의 생산 실적은 수기로 기록·관리하며, 퇴근 시 사무원에게 생산 실적을 제출한다. 다음날 오전 사무원이 엑셀(Micro office)로 정리하여 팀장 → 공장장 → 대표에게 인쇄물 또는 E-mail로 보고하고 있다.

- 공장 운영 시스템 현황

운영 시스템은 없다.

○ 스마트공장 구축목표

- MES 기반 일일 생산지시를 생산공정의 각 KIOSK에서 볼 수 있으며, 원재료 입고에서 생산, 출하까지 바코드를 활용한 LOT 추적시스템이 가능하도록 구축한다.
- 공정 중의 검사 측정기 및 생산장비를 MES와 연동하여 실시간 생산관리로 생산성을 높이고자 하며, 확대경 검사를 비전 검사기로 교체하여 작업자 피로도 감소 및 불량 검출 향상으로 실질적인 품질 개선을 하고자 한다.
- 현장에서 실적을 입력하는 단순작업자를 생산장비 및 검사 장비의 분석 및 판단을 할 수 있는 지식근로자로서 직무 전환 교육을 시행하고자 한다.
- 모든 공장정보는 클라우드 컴퓨팅 환경에 저장 관리하여 Data의 안전성 확보와 활용을 극대화하고자 한다.

□ 기초 수준

작업자가 생산 현장 혹은 사무실에서 수행하고 있는 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 부분적으로 자동화, 디지털화하여 작업자의 부하를 경감하고 단순근로자를 지식근로자로 전환하는 구축을 시도하는 단계이다.

○ 계획수립 : Master Plan 수립

내연기관 자동차에서 전기자동차의 고무 부품으로의 사업 확대에 대응하기 위해, 수작업 관리, 현장 중심의 관리 활동에서 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 Master Plan과 단계별 주요 과제를 도출한다.

- 생산 현장에서 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 자동화하고, 자동화된 설비 및 공정상태 측정 데이터를 수집하여 클라우드에 저장하여 모니터링하고 축적된 데이터를 이용하여 AI, Big Data, AR/VR, Digital Twin 등의 솔루션을 도입하여 스마트화하는 단계까지 도출하는 종합 계획을 수립한다.

○ 공장자동화 : 간이자동화

Master Plan에 따라 “기초 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

- 수동 성형기, 절단기 공정의 가공품 Loading/Unloading을 수평다관절 로봇, 코봇 등을 이용하여 간이 자동화한다.
- 반자동 성형기의 생산 실적을 수기로 양식에 기입하던 것을 시범적으로 1대만 Door Relay의 on/off 점점 카운트를 소형 PLC를 통해 생산 실적을 MES 기반 실시간 모니터링 할 수 있도록 한다.

○ 사무자동화 : MES/POP 도입

- 공장 전체를 관리할 수 있는 고무 성형 업종에 특화된 MES/POP를 도입한다.
- MES/POP 기반 생산계획 대비 실적을 자동 기록·관리 및 작업 진행률·작업조건 모니터링, 실적 및 비가동 분석하여 작업조건 이상 발생시 작업자/관리자에게 신속한 대응체계를 마련한다.
- 생산현장의 신속한 정보 확인을 위해 원자재 입고·출고, 생산현장에 POP시스템을 도입하고, 바코드시스템 등을 활용하여 생산진행 정보를 입력하고, 고객 Claim 발생시, 고객 요구에 Lot 품질 추적이 가능하게 한다.
- 완제품 창고 재고를 실시간 파악하여 고객 요청에 신속 대응 및 정확한 생산 계획을 수립하고 원부자재 발주체계를 마련한다.

○ 디지털화 : 아날로그의 디지털화(IIoT Sensor 도입)

Edge Gateway PC를 신규로 도입하여 생산 현장에서 측정되는 Raw Dat를 AAS 기반 데이터 수집·저장 체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 생산 현장의 상황을 실시간으로 모니터링 가능하도록 실행한다.

- 수입검사 장비인 점도계(고무성형 흐름도-퍼짐 정도)와 경도계(고무 표면 경도값)는 고무 성분의 물성값을 현장 계측기에서의 육안 확인 방식에서 통신방식의 디지털 타입으로 변경하여 물성값 측정값이 MES에 실시간 등록하고 적부를 판정할 수 있도록 구축 한다.
- 생산공정 중 표본 검사는 계측기(버니어 캘리퍼스, 전자저울)를 아날로그 계측기에서 통신이 가능한 디지털 계측기로 변경하여 MES에 실시간 등록하고 적부를 판정할 수 있도록 구축 한다.
- 사상 작업 후에 O-RING 최종검사를 확대경을 통한 육안검사로 진행하고 있으며, 검사자의 숙련도에 따라 불량검출 능력이 달라지고, 반복 작업에 의한 검사자의 피로도가 증가하고 있다. 이에 개선 활동으로 3D 비전 검사기를 도입하여 비전 자동검사기를 통한 검사 누락 방지를 MES 연동하여 실시간 모니터링 및 검사 이력을 원자재 LOT 와 연계 관리하고, 비전 자동검사 DATA를 활용한 통계적 공정관리 시스템(SPC) 구축으로 최상의 품질 상태를 유지·관리할 수 있도록 구축한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

- MES/POP 기반 생산 계획·실적 및 설비조건 등 Raw data(제조데이터)를 AAS 수집·저장에 의거 클라우드 컴퓨터에 저장 할 수 있도록 기반을 구축한다.

□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

- 자재 입고, 생산, 출하 공정까지 모든 정보가 실시간 모니터링이 되어 관리자가 신속한 의사결정 할 수 있는 정보를 제공한다.
- 생산 설비는 MES와 ERP 간 연동되어 실시간 생산 실적 및 설비조건을 모니터링 할 수 있다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

- 기초 단계에서 검증된 노후 제어부(외산 PLC, AC Drive 등)의 교체작업을 전 공정에 적용하여 기계 간, 시스템 간의 통신을 통하여 상호 간의 생산 및 품질 정보를 공유하여 최적 제품의 생산이 가능한 자동화 생산체계를 구축한다.
- (가공공정) 고무 성형기, 프레스 가공 공정에서 작업자는 설비의 작업 조건을 자동으로 설정 운영하며, 제품 가공 후 자동 비전으로 검사한 후 로봇을 이용하여 자동으로 제품 포장 할 수 있도록 구축 한다.
- (물류 자동화) 원자재가 입고 검사 후 무인운반차(AGV)가 숙성실(원자재 창고)에 자동으로 입고되고, 고무 절단 반제품은 공정 간 부품창고 없이 무인운반차(AGV) 또는 컨베이어시스템을 통해 자동으로 운반(입고/투입) 될 수 있도록 구축한다.

○ 사무자동화 : ERP 도입, 간이 PLM 도입

- MES 기반 공장제어 및 Raw data 생성이 가능하게 되면, ERP, PLM 등 주변 시스템과 연동하여 표준 원가관리 등을 할 수 있도록 구축한다.
- 설계 도면 관리·배포 및 개발단계 제품검증은 PLM을 도입하여 관리하고, 제품설계 CAD 도면이 생산 설비와 연동되어 자동 가공될 수 있도록 구축한다.
- 표준원가 대 실적 원가관리에 필요로 하는 공장 데이터(원자재 입고/재고, 반제품 재고, 가공비 실적, 제품 재고, 출하)를 일일 Batch File로 ERP에 업로드, 연동 될 수 있도록 구축한다.

○ 디지털화 : 설비/공정의 디지털화

1개 공정 전체의 자동화 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data를 AAS 기반 데이터 수집·저장 체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 생산 현장의 상황을 실시간으로 모니터링 가능하도록 실행한다.

- 공정의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입할 수 있다.
- 생산지시 실적을 생산 설비에서 자동 카운트하여 현재 작업 진행률을 MES 기반 실시간 모니터링하고 생산 실적 및 설비 비가동 요소를 분석하여 개선 활동을 한다.

- 생산 설비의 작업조건을 실시간 모니터링하여 작업조건 이상 발생 때 작업자/관리자에게 즉시 알람, 메신저로 알려주어 신속하게 대응체계를 마련한다.

○ **클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 일부 도입**

MES/POP, ERP, CAM 기반 부품 가공공정·조립공정의 생산 계획·실적 및 설비조건, 원가관리 등 Raw data(제조데이터)를 AAS 수집·저장체계에 의거 클라우드 컴퓨터에 저장 할 수 있도록 기반을 구축한다.

- 부품, 제품 설계는 CAM으로 자동설계 및 Editing을 실시하고 개발 단계 설계된 도면과 개정상태, 개발 진척도 등을 PLM 시스템을 이용하여 자동으로 이뤄질 수 있도록 구축한다.
- 고객의 중, 단기 수주예측 시스템을 Big Data 시스템에 의거 월, 주간 수주량을 데이터 분석으로 수주예측을 하여 생산 계획을 생산 Capa 등 생산 기본정보를 이용한 자동 생산 계획을 수립(APS)하여 원자재를 MRP 시스템으로 자동발주 할 수 있도록 구축한다.
- 현장 단순작업자는 현장 데이터 입력 업무에서 모든 생산장비, 검사 장비의 데이터 분석, 해결안 도출 등 지식 전문가로 스마트공장 직무 전환 교육을 시행한다.

□ **중간 2 수준**

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ **계획수립 : Master Plan Upgrade**

중간 1단계에서 수립한 Master Plan을 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ **공장자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화**

- (가공공정) 프레스, 사출, 절삭 가공 공정에서 공장 전체 자동화 및 원격 생산 현장 모니터링 할 수 있도록 구축한다. 또한 중간재 및 제품 검사는 비전 자동 검사에 사전 학습되어 외관, 성능검사가 모두 자동설비로 이뤄질 수 있도록 구축한다.
- 공장 전체라인을 자동화하여 제품을 생산하고, 고무 원자재 투입과 제품 운반·적재까지 자동 운반시스템에 의해 자동으로 이동·관리 될 수 있도록 구축한다.
- 생산공정의 단계별 자동화 설비를 통한 조립 및 비전 검사들을 통하여 모든 공정의 자동화를 구축하며 모든 사물 간, 컴퓨터 시스템 및 사람 간에 데이터 통신을 통해 전사적으로 통합화하고 실시간 제어를 통한 최적의 생산이 가능한 스마트 공장을 구축한다.

○ 사무자동화 : SCM, PLM 도입

- MES 기반 공장제어가 가능하게 되면, 전사적 자원관리를 통해 경영자에게 원가와 회계를 지원해 주는 ERP, CAD 설계 도면, 3D프린터 등 R&D Raw Data를 최적화 관리하는 PLM, 원자재 공급사 관리를 포함한 최적의 원자재 관리시스템인 SCM 등의 주변 시스템과 연동하여 최적화된 스마트공장이 될 수 있도록 구축한다.
- PLM 구축으로 CAD 설계 도면이 현장 생산 설비와 연동되어 자동 가공(CAM) 될 수 있도록 구축 한다.
- SCM 구축으로 ERP, MES와 동기화하여 스마트폰, POP 등 현장 기기에서 원자재 정보화인, 원자재 발주에서 입고까지 One-stop 원자재 공급망 관리를 지원 할 수 있도록 구축 한다.

○ 디지털화 : 공정/공장의 디지털화

공장 전체의 자동화 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data를 AAS 기반 데이터 수집·저장 표준체계에 의거 클라우드 컴퓨팅에 저장하고, 공정 간 현장상황에 대해 상호 통신이 가능하며, 생산 현장의 상황을 실시간으로 자동제어 가능하도록 구축한다.

- 클라우드에 축적 된 제조 데이터를 활용하여 AI, Big data 등과 같은 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입·활용한다.
- 신규로 도입되는 장비, 설비는 가능한 AAS 기반의 3차원 설계 도면과 Simulation이 가능한 Digital Twin의 설비를 도입·활용한다.
- 전 설비/공정의 Digital Twin 솔루션을 도입·활용한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 운영

공장 전체가 최소의 인력으로 운영되며, 제조 Raw Data가 축적된 데이터를 이용하여 설비 고장예측, 품질 불량을 예측하는 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입하고, 이 Data는 클라우드에 저장, 활용하는 사업을 실행한다.

- 클라우드 환경에 저장된 Raw Data를 활용하여 머신러닝, 딥러닝 등 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입하여 인공지능 두뇌를 만들고 인공지능이 분석 판단한 결과를 사람이 최종적으로 의사결정하고 조치하는 모습으로 변환한다.
- 데이터 기반 분석 활용 솔루션이 설비 상태를 모니터링, 분석 판단하여 사전에 돌발 고장을 예측하는 솔루션을 도입하고, 그 Data는 클라우드(KAMP)에 저장, 설비고장예측에 활용한다.
- 중간재 및 제품 검사는 비전 시스템으로 측정된 데이터를 딥러닝하여 제품의 불량과 성능을 자동으로 판정할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입한다.

- 클라우드 환경에서 구축된 시스템 및 생산 현장에서 실시간으로 수집된 Raw Data를 활용하여 설비 고장예지, 공정 이상 예측, 최적의 품질 예측, 에너지 손실예측, 환경오염예측 등 최적의 작업환경을 제공할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 구축한다.
- 고객의 긴급발주 및 출하 요청 시에, 현장에서 영업사원이 스마트폰으로 고객에게 예상 납기를 제공하는 APS(자동 생산 계획수립)시스템을 구축한다.
- 검사정보 등을 Big Data화 하고 머신러닝, 딥러닝등 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 활용한 분석 및 판단(SPC활용)을 실시하여 관리자에게 제공하여 최종의 사결정을 지원토록 한다.
- 클라우드 환경에 구축된 Data를 활용하여 AR/VR을 통한 교육 및 조치, CPS를 이용한 최적의 설계 등이 가능하게 한다.

□ 고도 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계”를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

- 스마트공장 중간 2 수준을 구축한 후, 공장 전체공정을 스마트화하여 운영하면서 소재를 공급하는 회사와 제품을 공급받는 공급 사슬 상에 있는 모든 관계된 기업 간에 필요한 데이터를 연결하여 새로운 데이터의 가치를 창출한다.

○ 디지털화 : 기업 전체의 디지털화

전 공정에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도 등을 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 Zero화 등 데이터 가치를 창출한다.
- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 Zero화를 통한 원가를 절감한다.

○ CPS 기반의 자율생산 체계

- 원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화한다.
- 자율생산 체계에서는 로봇이 주도적으로 일하지만, AI가 분석 판단한 결과를 기반으로 최종적으로는 사람이 판단한다.

Case2

노후 PLC 교체와 디지털화 동시 구축

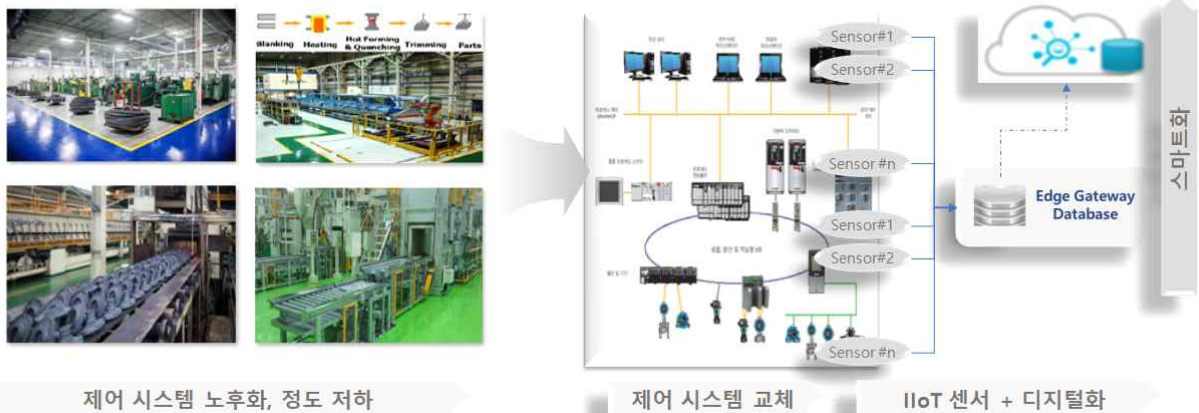
□ 사업 개요

- 제조 현장에서 자동생산설비의 제어 시스템 노후화로 신규 시스템으로 교체하면서 고장 감소로 생산성을 높이고, 동시에 설비 고장 예지, 품질 예측 등을 위한 Raw Data 수집하여 클라우드에 저장하는 디지털화를 구축

* ERP, MES, PLM, SCM 등 솔루션 도입 없이 자동화 설비의 노후 PLC, Drive, Motor 등 교체와 동시에 디지털화를 동시 구축하는 보급 확산 사업지원 대상 임

② 노후 PLC, Drive 교체와 디지털화 동시 사업

- ◆ 제조 현장에서 자동생산설비의 제어 시스템 노후화로 신규 시스템으로 교체하면서 고장 감소로 생산성을 높이고, 동시에 설비 고장 예지, 품질 예측 등을 위한 Raw Data 수집 인프라를 구축하는 사업



□ 현 기업의 수준[부품가공 및 조립 공정]

○ 핵심 사업

자동차의 일부 모듈을 생산하여 1차사에 납품하는 회사로 크게 자체 부품 생산 및 외부 가공품을 공급받아 조립하여 모듈을 완성하여 원청에 공급하는 업체이다.

○ 업무 현황

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용

1차 자체 생산을 위한 원자재는 구매 처리후 원료 수입검사를 진행하여 원자재 창고에 보관하고, 필요시 생산에 투입되며 1차 조립을 위한 외부 가공품은 별도의 입고 검사를 하지 않고 생산에 투입하여 조립작업을 진행한다. 1차 가공된 부품과 다른 협력사에서 공급된 부품을 30명의 작업자가 3개 라인에서 조립 생산하여 최종 제품을 생산

한다.

- 제품 설계 및 생산 계획내용

제품에 대한 설계는 원청과 협의로 이루어지나 거의 모든 사항은 원청에서의 확정 및 작업의뢰로 진행되며 제품에 대한 생산 원가 계산을 엑셀로 실시하고 생산 계획 및 작업지시는 원청의 납품 요청을 기반으로 수작업으로 진행되고 있다.

- 생산 작업 현황

1차 공정은 5대 PLC로 작동되는 외산 기계 장비로 소재를 5단계 가공하여 부품을 가공하는 공정이다. 15명의 작업자가 소재를 투입하고 가공하며 작업 도중에 자체 공정검사를 실시, 다음 단계로 이송하여 계속 5단계를 거쳐 가공, 완료 처리하는 공정이다. 장비 간의 이동 및 적재, 취출은 모두 수작업으로 진행된다.

- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking

공장 내 원료, 소재, 중간재, 제품, 작업 Tool, 이동기기 등은 모두 수작업으로 관리하고 있으며 공정간 관리는 작업반장이 일지에 기록관리 하고 있다.

- 제품 검사 및 출하

중간제품 및 완제품의 품질검사는 검사자가 육안 검사, 측정기기를 이용하여 합격 여부를 판정한다.

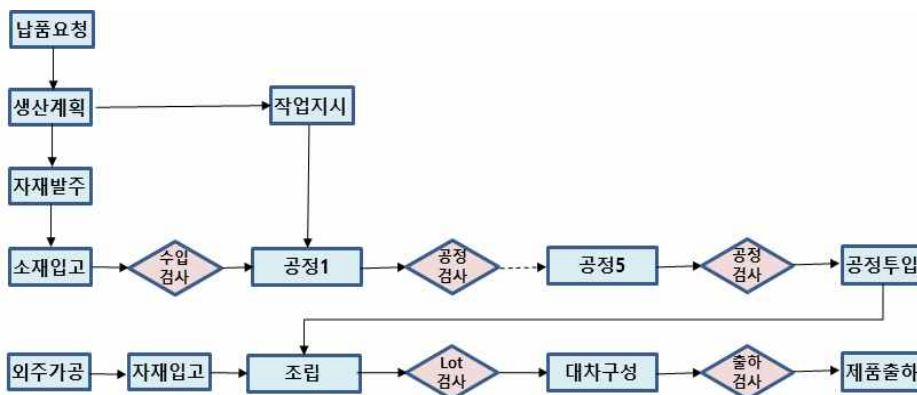
○ 시스템 운영현황

간단한 자재관리 및 생산 실적관리를 위하여 간이 ERP 시스템을 사용 중에 있으나 최소한의 기능에 국한되어 사용되고 있다.

○ 스마트공장 목표

스마트공장 중간 2수준을 목표로 현재 정비 및 개조가 불가능한 외산 PLC를 교체하여 생산 설비 및 조립 공정을 장비 간, 장비와 시스템 간 통신을 통한 자동화 라인으로 개조하며, 현재의 작업자가 하는 작업을 최소의 인력으로 수행하며, 고장을 사전에 예지하여 최적의 품질 및 생산효율 시스템을 구현하여 고품질의 제품을 더 경제적으로 생산하고자 한다.

○ 공정도



□ 기초 수준

○ 계획 수립 : Master Plan 수립

수주, 자재구매, 가공 및 조립, 출하까지의 모든 업무를 수작업으로 진행하는 현재의 업무를 MES, POP 등 단위 시스템을 도입하여 생산 계획 및 실적관리 등을 운영한다. 또한 단순 반복적인 작업을 자동화 및 디지털화를 수행할 수 있는 종합적인 컨설팅을 수행하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan 수립한다.

- 조립 자동화를 위한 새로운 CAD 및 Digital Twin 등 최신의 기술을 활용하여 구현 가능 여부의 확인 작업도 병행한다.

○ 공장 자동화 : 간이자동화

부품가공 공정의 생산 설비는 개조작업이 가능하고 신규 설비와의 통신을 위한 제어부(외산 PLC, Driver 등) 교체는 설비 공급업체와 검토를 진행하며, 시범적으로 1대 혹은 일부 공정만을 국제 표준의 PLC 시스템으로 교체 후 철저한 검증작업을 실시한다.

- 조립 공정은 공정 자체가 단순하게 구성되어 있으므로 제어부(외산 PLC, Driver 등)의 교체 및 신규 구축작업을 검토하고 필요하면 스마트공장 구축에 적합한 최신의 라인으로의 개조도 고려한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

자동화된 단위 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data를 PLC, DCS 시스템의 제어 주기와 동일하게 제조 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 저장하고, 생산 현장을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 구축한다.

- 생산 현장의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입할 수 있다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

조립 및 가공 공장의 생산 계획 및 실적관리, 품질관리, 설비관리 등을 수행하는 MES/POP 시스템을 클라우드 기반으로 구축한다. MES/POP를 구축하여 원자재 입고~생산~출하까지 각 공정별 키오스크(산업용 컴퓨터, 바코드 리더 & 프린터)를 설치하여 Lot 추적시스템 및 중앙집중 관리가 가능하도록 구축한다.

- 검사설비는 MES와 통신 가능한 계측기로 교체하여 측정값이 자동으로 MES 서버에 저장되게 한다.

- 공정검사(초·중·종물 검사 등) : 버니어 캘리퍼스 등

□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초단계”를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

부품 가공공정은 기초 단계에서 검증된 노후 제어부(외산 PLC, Driver 등)의 교체작업을 전 공정에 확대 적용하여 기계 간, 시스템 간의 통신을 통하여 상호 간의 생산 및 품질 정보를 공유하여 최적의 제품 생산이 가능한 자동화 생산체계를 구축한다. 조립 공정은 기초 단계에서 검증된 제어부의 교체작업을 전 라인에 확대 적용하고 필요하면 협동 로봇, AGV, Smart Sensor, 비전 검사 시스템 등을 활용하여 라인의 자동화, 디지털화가 가능하게 한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

자동화 설비로 수집되는 Raw Data(품질 및 생산 실적 정보 등)를 AAS기반의 데이터 수집·저장체계에 의하여 Edge Gateway Server(기존 MES 서버 활용 가능)에 수집하고, 클라우드 컴퓨팅 기반의 Time Series Database에 저장한다. 클라우드에 저장된 데이터를 활용하여 공장의 운영현황을 실시간으로 Trend & KPI를 모니터링 할 수 있는 3차원 시각화 솔루션을 도입하여 관리자에게 의사결정이 가능한 정보를 제공한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

MES, ERP 등 사무 자동화 시스템 및 Raw Data를 활용할 수 있는 솔루션을 클라우드 컴퓨팅 환경에서 운영 가능하도록 구축을 검토한다.

□ 중간 2 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계에서 수립한 Master Plan을 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을

수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ **공장 자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화**

1차 가공공정의 공정별 원료 및 소재 투입부터 가공, 추출까지 모든 단계별 가공공정의 자동화를 구현하며, 조립 공정의 단계별 자동화 설비를 통한 조립 및 비전 검사 등을 통하여 모든 공정의 자동화를 구축한다. 또한 모든 사물, 컴퓨터 시스템, 사람 간에 데이터 통신을 통해 전사적으로 통합화하고, 최고의 품질 제품을 생산하도록 실시간 제어를 통해 최적의 생산이 가능 하도록 스마트공장을 구축한다.

○ **클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 운영**

클라우드 환경에 저장된 Raw Data(가공 및 조립 설비의 상태 및 공정 제어 Data, 중간재 및 완성 제품의 품질 검사, 이동기기가 위치, 소재/제품 Tracking Data 등)를 활용하여 Big Data 분석 활용 솔루션 및 머신러닝, 딥러닝 등 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 활용하여 모니터링, 분석 및 판단하고 사람은 판단 결과를 쉽게 시각적으로 보고, 최종 의사결정 하여 신속한 조치를 하도록 한다.

○ **스마트화 : 공장의 스마트화**

클라우드 환경에서 구축된 시스템 및 생산 현장에서 실시간으로 수집된 Raw Data를 활용하여 설비 고장 예지, 공정 이상 예측, 최적의 품질 예측, 에너지 손실예측, 환경 오염예측 등 최적의 작업환경을 제공할 수 있는 스마트 솔루션을 도입한다. 클라우드에 구축된 Data를 활용하여 AR/VR을 통한 교육 및 조치, CPS를 이용한 최적의 설계 등이 가능하게 한다.

□ **고도 수준**

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계”를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

○ **전사 자동화 및 최적화**

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화되어 있다.

○ **디지털화 : 기업 전체의 디지털화**

가공 및 조립 공정 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질

판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도 등을 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 Zero화 등 데이터 가치를 창출한다.

- 전사 최적화를 위한 Digital Twin, CPS 기술을 도입하여 운영하고 공급 사슬 상의 기업 간 협업한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 Zero화를 통한 원가를 30% 절감한다.
- 자율생산 체계에서는 로봇이 주도적으로 일하지만, AI가 분석 판단한 결과를 기반으로 수행한 결과를 최종적으로는 사람이 평가한다.

Case3

자동화 장비 도입과 디지털화 동시 구축

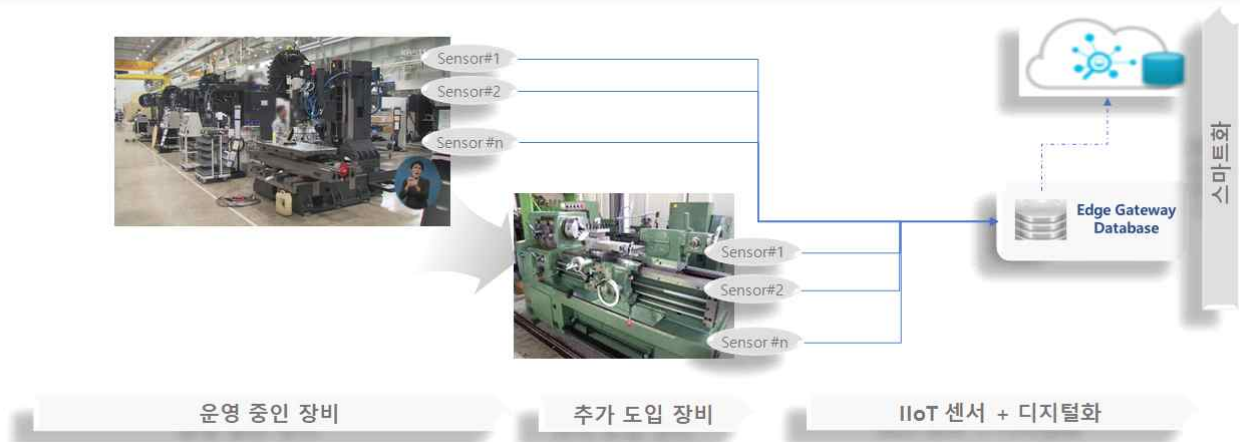
□ 사업 개요

- 자동으로 생산 중인 설비에 새로운 자동화 기계를 도입하여 생산성을 증대하면서 기존에 있는 모든 자동화 설비와 데이터 통신을 하면서 동시에 자동화 설비로부터 측정되는 설비, 공정 제어 데이터를 수집·저장하는 디지털화 사업 혹은 축적된 데이터를 활용하여 설비 고장 예지, 품질 예측 등을 실행하는 사업

* ERP, MES, PLM, SCM 등 솔루션 도입 없이, 자동화 설비를 추가 도입하여 전후 설비 간 데이터 통신으로 상호 보완 제어를 시행하고, 동시에 디지털화를 수행하면 보급 확산 대상 사업임

③ 자동화 장치를 추가 도입과 디지털화 동시 사업

- ◆ 사업 정의: 자동으로 생산 중인 설비에 새로운 자동화 기계를 도입하여 기존 설비의 데이터 통신을 하면서 동시에 자동화 설비로부터 측정되는 설비, 공정 제어 데이터를 수집 저장하여 설비 고장 예지, 품질 예측 등을 위한 사업



□ 현 기업의 수준 [사출 공정]

○ 핵심 사업

자동차의 부품 생산업체로 1차 수평 사출 후 일부 부품을 추가하여 2차로 수직 사출 후 동작 검사를 하여 원청에 공급하는 업체이다.

○ 업무 내용

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용

1차 사출 생산을 위한 원자재는 원청의 도급처리로 공급받아 원료 수입검사를 진행하며, 원자재 창고에 보관하여 필요시 생산에 투입되고, 2차 사출을 위한 외부 가공품은 별도의 입고 검사를 하지 않고 생산에 투입하여, 2차 수직 사출 작업을 진행한다. 제

품 검사는 1, 2차 사출할 때는 공정별 검사를 진행하나 업무의 특성상 1차 사출 대비 2차 수직 사출의 경우에는 동작 시험 등 많은 시험이 진행되고 수작업으로 진행, 관리하고 있다.

- 제품 설계 및 생산 계획내용

제품에 대한 설계는 원청의 요청으로 이루어지나 가장 중요한 금형 설계부터 2차 수직 사출까지의 대부분의 사항은 자체적으로 설계, 개발, 테스트를 진행한다. 제품에 대한 생산 원가 계산을 엑셀에 기록관리하며 생산계획수립 및 작업지시는 원청의 납품 요청을 기반으로 수작업으로 진행되고 있어, 중장기 생산계획수립의 필요성은 의미가 없다.

- 생산 작업 현황

국산 및 외산 사출기를 혼용해서 사용하고 1차 사출은 원자재 공급부터 1차 반제품 추출은 전 공정이 수작업으로 진행한다. 2차 수직 사출기를 사용하여 완제품을 생산하는 공정은 작업자가 1차 사출 반제품 및 추가 부품을 수작업 공급 및 추출, 공정 검사하여 최종 완성품을 생산하며, 성능테스트 및 외관검사를 완료 후 적재 이동하고 있다.

- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking

공장 내 원료, 소재, 중간재, 제품 및 믹싱기, 분쇄기 등은 모두 수작업으로 관리하고 있으며 공정간 관리는 작업반장이 일지에 기록 관리하고 있다.

- 제품 검사 및 출하

중간제품 및 완제품의 품질검사는 검사자가 육안 검사, 측정기기를 이용하여 합격 여부를 판정한다.

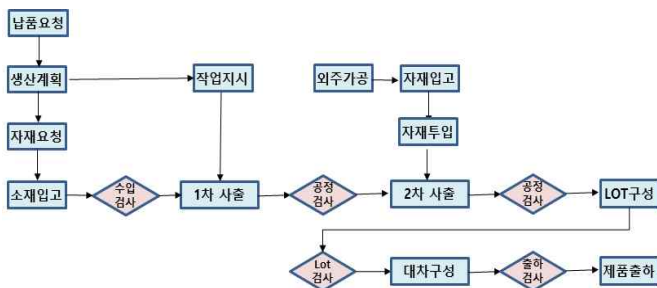
- 시스템 운영현황

모든 생산 관련 사항은 엑셀을 통하여 수작업으로 관리하며 각종 작업 기준 관련 사항은 문서 형태로 보관, 관리한다. ERP, MES 등 관리용 시스템은 전혀 사용하지 않고 있다.

○ 스마트공장 목표

스마트공장 중간 2수준을 목표로 설비의 개선하고, 필요시 물류 자동화 설비를 추가하고 제조 능력이 저하된 설비는 과감히 신설비로 교체하여 1, 2차 생산라인 및 검사라인을 장비 간, 장비와 시스템 간 통신을 통한 자동화 라인으로 개조하며, 현장의 모든 상황을 통합적으로 관리하여 최적의 생산성 및 최고의 품질로 동종 업계의 선도적인 회사를 구현하고자 한다.

○ 공정도



□ 기초 수준

○ 계획 수립 : Master Plan 수립

수주부터 1, 2차 사출 및 검사, 출하까지의 모든 업무를 수작업으로 진행하는 현재의 업무를 MES, POP 등 단위 시스템을 도입하여 생산 계획 및 실적관리 등을 운영한다. 또한 단순 반복적인 작업을 자동화 및 디지털화를 수행할 수 있는 종합적인 컨설팅을 수행하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan 수립한다.

- 스마트공장 구축을 위하여 절대적으로 필요한 설비 간, 혹은 설비와 시스템 간의 통신을 위하여 통신 가능 여부 확인이 반드시 수행되어, 통신 불가시 대안 수립도 준비하여야 한다.
- * 기존 설비의 PLC의 경우 외산 및 노후 된 제어 시스템으로 통신이 불가능한 경우가 많다. 이 경우 PLC를 최신의 국제 표준의 시스템으로 교체하지 않으면 설비 간 통신 및 Raw Data 수집이 불가능하다. 가능한 국제 표준의 국산 PLC로 경제적 교체하고 지속적인 유지보수 및 주기적인 최신의 제어 시스템으로 업그레이드하도록 한다.
- 생산성, 품질이 미약한 자동화 설비의 성능을 개선하기 위하여 설비 개조, IoT 센서의 추가, 기존 PLC 혹은 제어기 등을 교체 및 보완도 수행하며 필요시 자동화 설비의 교체도 고려한다.

○ 공장 자동화 : 간이자동화

주요 생산 설비의 유지보수 및 개조작업이 가능하고, 신규 설비와의 통신을 위한 제어 및 통신장치의 교체는 설비 공급업체와 검토를 진행하며, 시범적으로 1대 혹은 일부 공정만을 국제 표준의 PLC 시스템으로 교체 후 철저한 검증작업을 실시한다.

- 추가 도입되는 자동화 설비는 기존의 자동화 설비와 연동되면서 상호 실시간 통신이 가능한 시스템으로 교체하며, 국제 표준의 OPC-UA 통신을 지원하는 PLC를 선정하여 추진한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

자동화된 단위 설비로부터 측정되는 설비 상태 및 공정 제어 Raw Data를 PLC, DCS 시스템의 제어 주기와 동일하게 제조 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 저장하고, 생산 현장을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 구축한다.

- 생산 현장의 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입할 수 있다.
- * 최근의 PLC, DCS 시스템의 경우 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있다. AAS Template 작성 가이드

및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

조립 및 가공 공장의 생산 계획 및 실적관리, 품질관리, 설비관리 등을 수행하는 MES/POP 시스템을 클라우드 기반으로 구축한다. MES/POP를 구축하여 원자재 입고~생산~출하까지 각 공정별 키오스크(산업용 컴퓨터, 바코드 리더 & 프린터)를 설치하여 Lot 추적시스템 및 중앙집중 관리가 가능하도록 구축한다.

- 검사설비는 MES와 통신 가능한 계측기로 교체하여 측정값이 자동으로 MES 서버에 저장되게 한다.

* 키오스크는 작업자의 부하를 경감하도록 설계 운영되도록 하며, 작업자의 입력 기능 없이 자동으로 센서에 의해 처리되도록 한다.

□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계를 달성·구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

기초 단계에서 검증된 결과를 바탕으로 전 설비의 제어 및 통신장치의 교체작업을 진행하며 생산성 및 품질향상을 위하여 자동화 설비 간, 협동 로봇, 컨베이어, AGV를 활용하여 자동화 설비 상호 간, 자동화 설비와 서버 간의 통신(OPC-UA 국제 표준 권장)을 통하여 연속 자동운전이 가능토록 IIoT 장비 설치 및 자동화 장비를 추가 보완한다. 기초 단계에서 검증된 제어부의 교체 및 신규설비 추가 작업을 전 라인에 확대 적용하고 필요시 협동 로봇, AGV, Smart Sensor, 비전 검사 시스템 등을 활용하여 라인의 자동화, 디지털화를 구축한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비/공정의 디지털화

자동화 설비로 수집되는 Raw Data(사출 생산, 품질, 설비 상태 측정데이터 등)를 AAS 기반의 데이터 수집·저장체계에 의하여 Edge Gateway PC에 수집하고, 클라우드 컴퓨팅 기반의 Time Series Database에 저장한다. 클라우드에 저장된 데이터를 활용하여 공장의 운영현황을 실시간으로 Trend & KPI를 모니터링하도록 3차원 시각화 솔루션을 도입하여 관리자가 쉽게 의사결정 하도록 한다.

- **클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입**

MES, ERP 등 사무 자동화 시스템 및 Raw Data를 활용할 수 있는 다양한 솔루션을 클라우드 상에서 운영 가능토록 구축 및 기존 솔루션을 Migration 하도록 한다.

□ **중간 2 수준**

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

- **계획수립 : Master Plan Upgrade**

중간 1단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

- **공장 자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화**

중간 1단계에서 구현된 단위 자동화 설비 및 공정을 모두 통합하여 공장 전체에서 측정 및 생성되는 모든 데이터를 클라우드 환경에서 수집저장하고, 공장 단위의 생산 최적화를 위해 MES 기능을 업그레이드하고 전사 자원을 최적화하는 ERP 시스템을 구축하고, 최적의 수식 모델을 기반으로 자동화 설비별 설정값을 자동으로 Setup 하여 실시간 자동 제어가 가능하게 한다.

- **클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 운영**

클라우드 컴퓨팅 환경에 저장된 Raw Data(1, 2 사출 정보 및 운전정보, 검사정보 등)를 활용할 수 있는 Big Data 분석 솔루션 및 머신러닝, 딥러닝 등 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 활용하여 모니터링, 분석 및 판단하고, 사람은 시각화된 판단 결과를 보면서, 최종 의사결정하고, 신속히 조치하도록 한다.

- **공장의 스마트화**

클라우드 환경에서 구축된 시스템 및 생산 현장에서 실시간으로 수집된 Raw Data를 활용하여 머신러닝 혹은 딥러닝으로 학습하여 기존 패턴 모델을 만들어 설비 작동 모델을 기반으로 설비 고장 예지, 공정 이상 예측, 최적의 품질 예측, 에너지 손실 예측, 환경오염예측 등 최적의 작업환경을 제공할 수 있는 시스템을 구축한다. 클라우드에 구축된 Data를 활용하여 AR/VR을 통한 교육 및 조치, CPS를 이용한 최적의 설계 등 가능하게 한다.

□ **고도 수준**

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계”를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화한다.

○ 디지털화 : 기업 전체의 디지털화

가공 및 조립 기업 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도 등을 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 Zero화 등 데이터 가치를 창출한다.
- 전사 최적화를 위한 Digital Twin, CPS 기술을 도입하여 운영하고 공급 사슬 상의 기업 간 협업한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

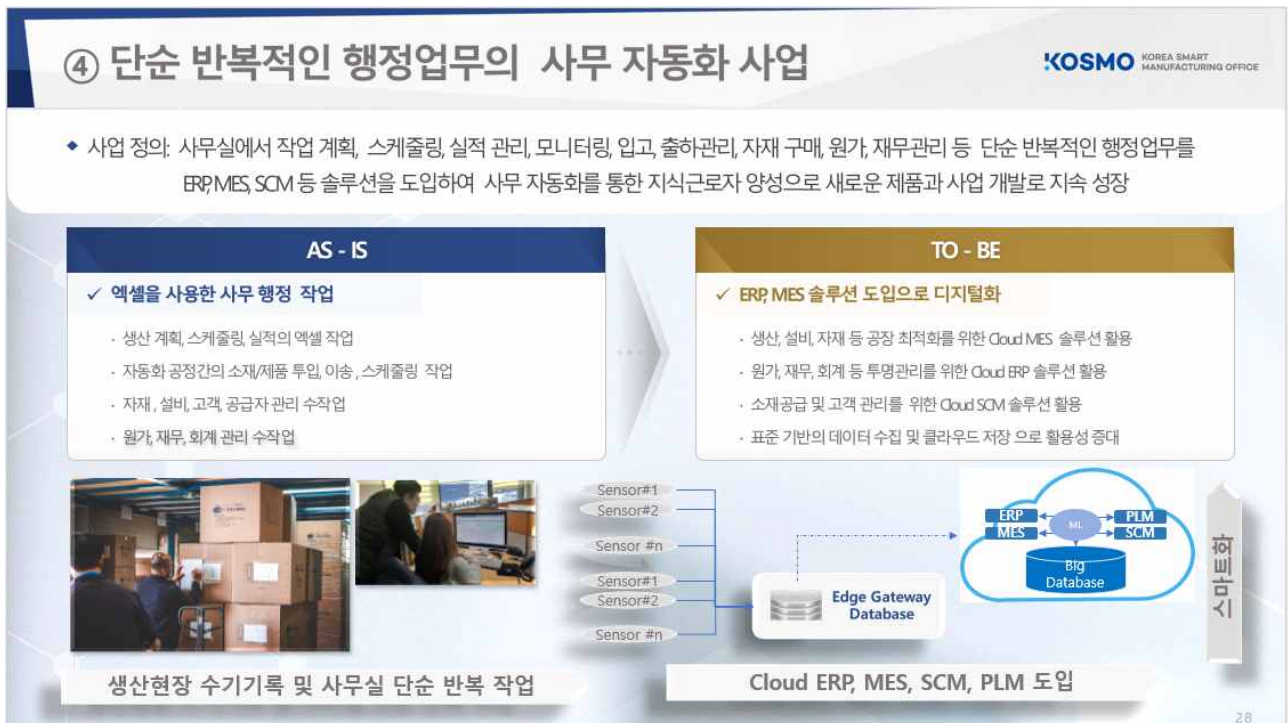
- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 Zero화를 통한 원가를 30% 절감한다.
- 자율생산 체계에서는 로봇이 주도적으로 일하지만, AI가 분석 판단한 결과를 기반으로 수행한 결과를 최종적으로는 사람이 평가한다.

Case 4

단순 반복적인 행정업무의 사무자동화

□ 사업 개요

- 사무실에서 작업 계획, 스케줄링, 실적관리, 모니터링, 입고, 출하 관리, 자재구매, 원가, 재무관리 등 단순 반복적인 행정업무를 ERP, MES, SCM 등 솔루션을 도입하여 사무자동화를 통한 지식근로자 양성 및 새로운 제품과 사업 개발로 지속 성장한다.
- * 사무자동화는 MES를 도입하여 엑셀로 관리하던 생산 계획 및 실적관리를 자동화한 다음 그 결과를 이용하여 생산 원가 계산, 재무, 회계 등 전사 최적화 관리시스템인 ERP 시스템을 도입하는 것을 권장한다. 기업의 환경에 따라 다르게 도입할 수 있지만, 생산 현장에서 사람이 실적관리를 위해 데이터를 입력하는 MES, ERP 시스템의 경우 데이터의 신뢰성 부족으로 정확한 실적관리가 되지 못하여 실효성이 떨어진다는 것을 명심하자.



□ 현 기업의 수준

○ 핵심 사업

모기업의 주문을 받아서 제품을 생산하는 B2B 사업을 하는 중소기업으로 MES를 도입하여 생산 계획 대비 실적관리를 하고, 자재 입고와 제품의 출고관리, 수입검사, 공정검사, 출하 검사 등 품질 검사 데이터를 시스템에 등록하여 관리하고 있다.

○ 업무 내용

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용

공급사로부터 입고된 부품 소재를 거래명세서와 비교하여 수량 확인 및 육안 검사 후 가입고 처리하며, 품질관리팀의 수입검사가 끝나면 입고처리 한다.

- 제품 설계 및 생산 계획내용

별도의 설계 기능은 없고 고객으로부터 도면을 받아 생산한다. 고객사 시스템에 접속하거나 메일로 고객사 생산 계획을 입수 후 자사 생산 계획으로 간주하고 일별, 제품별, 공정별로 작업지시를 한다. 작업지시는 자사 MES 시스템으로 생산 현장에서는 모니터를 통하여 확인하나 sheet로 출력하여 제공하는 예도 있다.

- 생산 작업 현황

생산 현장에서는 작업자가 작업지시 사항을 기반으로 작업을 수행 후 Touch PC를 활용하여 생산 실적과 불량수량, 유형을 입력하고 있다.

- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking

공장 내 이동은 이동 단위(팔레트)별로 공정 이동표를 부착하여 해당 공정에 도착하면 바코드 스캐너를 활용하여 확인하고 있다.

- 제품 검사 및 출하

완성된 제품의 검사는 정해진 항목과 검사방법에 따라 실시하고 결과도 시스템에 등록하여 관리한다.

- 시스템 운영현황

현재 MES를 도입하여 기본기능(생산, 자재, 품질)을 적용하는 단계이다. ERP, PLM 등 사무 자동화 시스템이 없어서 매입, 매출 관리 등 자원관리는 엑셀을 이용하며, 그 외 회계업무는 외부에 의뢰하여 관리하는 수준이고, 도면이나 기술자료는 서버에 통합 보관 관리하여 필요시 활용 가능하며 BOM과 개발 일정 관리는 엑셀을 이용하는 수준이다.

○ **스마트공장 목표**

본 제조 기업은 스마트공장 중간 2 이상 수준을 목표로 생산 설비로부터 측정되는 설비 상태, 공정 제어 데이터를 수집·저장 표준체계*에 따라 클라우드 컴퓨터에 저장하여 활용할 수 있도록 ERP, PLM, SCM, QMS 등 사무 자동화 시스템을 도입하고 설비의 고장예측 및 설비 상태에 따른 품질 불량 및 에너지 손실 예측 등을 통해 원가 경쟁력을 향상하고자 한다.

* KOSMO에서 제공하는 “AAS(Asset Administration Shell) 기반의 제조 Raw Data 수집 및 저장 표준체계”에 따라 제조 기업에서 사용하는 동일 장비, 공정에 대하여 동일한 데이터 항목, 속성, 주기 등을 가지고 클라우드 Time Series Database에 저장하는 것을 권장한다.

□ **기초 수준**

○ **계획수립 : Master Plan 수립**

고객사로부터 설계서, 제품 제작 사양서 및 소재를 공급받아 제작, 제품 품질 검사를 완료하고 출하 배송까지 종합적인 업무를 자동화, 디지털화한다. 최종적으로 장비 간, 장비와 소재, 모든 사물과 사람 간에 의사소통으로 고객이 원하는 제품을 공급하는 자율 생산체계를 구축하는 종합적인 컨설팅을 수행한다. 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하

는 Master Plan 수립한다.

- 스마트공장 구축을 위하여 절대적으로 필요한 설비 간, 혹은 설비와 시스템 간의 통신을 위하여 통신 가능 여부 확인이 반드시 수행되어, 통신 불가시 대안* 수립도 준비하여야 한다.
- * 기존 설비의 PLC의 경우 외산 및 노후된 제어 시스템으로 통신이 불가능한 경우가 많다. 이 경우 PLC를 최신의 국제 표준의 시스템으로 교체하지 않으면 설비 간 통신 및 Raw Data 수집이 불가능하다. 가능한 국제 표준의 국산 PLC로 경제적 교체하고 지속적인 유지보수 및 주기적인 최신의 제어 시스템으로 업그레이드하도록 한다.
- 생산성, 품질이 미약한 자동화 설비의 성능을 개선하기 위하여 설비 개조, IoT 센서의 추가, 기존 PLC 혹은 제어기 등을 교체 및 보완도 수행하며 필요시 자동화 설비의 교체도 고려한다.
- 사무자동화를 위해 생산 현장이 자동화 혹은 협동 로봇을 이용하여 작업자의 개입을 최소화하면서 실적을 센싱에 의해 자동집계 처리되는 상태에서 PoP, MES 시스템을 도입한 다음 ERP를 도입하고 SCM, PLM 등을 단계적으로 도입하도록 한다. 조립 회사의 경우 생산 현장의 작업 자동화가 어려운 경우 즉 경제성이 없는 경우 작업자의 부하를 경감할 수 있는 센서 및 협동 로봇 등을 도입한다. ERP, MES 시스템을 도입하면서 작업자가 생산 실적을 입력하지 않도록 설계해야 한다.

○ 공장자동화 : 간이자동화

생산 현장에서 3D, 단순 반복적인 작업을 시범적으로 단위 장비별 자동화를 시범적으로 수행하며, 자동화의 가능성을 시험한다.

- 가공 장비는 자동화되어 있으나 소재를 Loading, Unloading하는 작업을 자동화하도록 함으로써 단순 반복적인 작업을 없애도록 한다.
- 많은 사람에 의해 조립하는 공정은 가능한 최소의 인원으로 조립하는 방안을 설계하고 자동화 설비를 부분적으로 시도한다.

○ 사무자동화 : MES/POP 도입

운영 중인 POP 및 MES에 작업자가 입력하는 작업실적을 센서를 추가 부착하여 자동으로 실적관리를 수행하도록 개선하고, 원자재 입고~생산~출하까지 각 공정별 키오스크(산업용 컴퓨터, 바코드 리더 & 프린터)를 설치하여 Lot 추적시스템을 구축하며, 중앙 집중 관리가 가능하도록 구축한다.

- MES을 활용하면서 필요한 원가, 재무, 회계, 인사, 노무, 구매, 자재관리 등의 업무를 ERP 시스템을 도입하여 자동화*한다.

* 회사 환경에 따라 MES, ERP, PLM, SCM 등 모든 솔루션을 기초 수준에 도입하여 핵심 필요기능을 활용하면서 단계적으로 상호 시스템 간의 연동을 통해 기초, 중간 1, 2 성숙도 레벨을 향상하면서 기능을 업그레이드하는 것도 중요하다. 동일한 클라우드 플랫폼 환경에서 솔루션들이 통합하여 하나의 One Package로 운영되는 것이 중요하다.

- 전사적 자원관리의 경우 엑셀이나 수기로 처리하던 업무를 ERP를 도입하여 시스템으로

- 인사관리, 매입/매출 관리, 생산관리, 자재관리, 구매관리 업무를 처리하도록 도입한다.
- 제품정보관리의 경우 서버에 도면을 보관하여 공유하고 엑셀로 BOM 작성 등 수기로 처리하던 업무를 PLM/CAD를 도입하여 아래와 같은 업무를 시스템으로 처리한다.
- 2D/3D CAD를 사용하여 설계하고 시스템에 저장한다.
- 설계 기능이 없는 회사는 고객으로부터 받은 도면 또는 기술자료를 시스템에 등록하여 최신본, 유효본을 관리하고 공유한다.

□ 중간 1 수준

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

기초 단계에서 검증된 결과를 바탕으로 전 설비의 제어 및 통신장치의 교체작업을 진행하며 생산성 및 품질향상을 위하여 자동화 설비 간, 협동 로봇, 컨베이어, AGV를 활용하여 자동화 설비 상호 간, 자동화 설비와 서버 간의 통신을 통하여 실시간 모니터링이 가능토록 IIOT 장비 설치 및 자동화 장비를 추가 보완한다.

○ 디지털화 : 설비/공정의 디지털화

자동화 설비로 수집되는 Raw Data를 데이터 수집·저장 표준체계*에 의하여 Edge Gateway PC에 수집하고, Time Series Database에 저장한다. DB에 저장된 데이터를 활용하여 공장의 운영현황을 실시간으로 Trend & KPI를 모니터링 할 수 있는 3차원 시각화 솔루션을 도입하여 관리자에게 의사결정이 가능한 정보를 제공한다. 이때, 클라우드 기반의 데이터 저장·수집을 권고한다.

* 최근의 PLC, DCS 시스템의 경우 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있다. AAS Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

○ 클라우드 기반의 솔루션 도입

MES, ERP 등 사무 자동화 시스템 및 Raw Data를 활용할 수 있는 각종 시스템을 구축하고 필요시 기존에 운영하는 솔루션을 클라우드 컴퓨팅으로 Migration을 권장한다.

- ERP의 일반적인 기능(생산, 자재, 구매관리 등)을 사용 중인 기업이 추가로 분야별 최적화 솔루션을 도입하여 적용한다. 예를 들어 수요예측 프로그램 운영 시뮬레이션을 통한 최적의 생산계획 스케줄링, 자재 소요량과 재고량을 고려하여 업체별로 자재의 일부 자동발주를 하는 등의 업무를 자동으로 수행한다.

- PLM을 도입하여 기술자료(도면, BOM 등)를 저장하고 공유하는 것을 넘어 다음의 사항을 추가한다.
 - 3D CAD 연계하여 BOM 생성 및 설계변경처리를 한다.
 - 프로젝트관리를 시스템으로 하여 제품 개발 일정, 산출물, 리소스 관리 등을 체계적으로 관리한다.

□ 중간 2 수준

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 도입

클라우드 기반의 ERP가 전용의 전산실에서 운영 중인 MES/POP, SCM, PLM 등과 연동하여 운영하며, 경영상 의사결정이 필요한 정보를 실시간으로 받는다. 클라우드 활용은 기업의 상황에 맞게 추진한다

- ERP, MES의 일반적인 기능 중 자재는 소요량과 재고량뿐만 아니라 공정 재고도 고려하면서 업체별로 최적의 EOQ(economic order quantity)로 발주하는 등의 업무를 완전자동으로 수행한다.
- PLM을 활용하여 설계한 내용을 검증하고 디지털 생산 준비를 하는 경우 CAE, Digital Mock up 등을 활용하여 설계사항을 디지털 검증을 한다. 설계 완료한 신제품을 Physical 시제품을 만들어 평가하는 것과 더불어 Digital Prototyping을 실시하여 성능, 기능, 간섭, 작업성 등을 확인할 수 있다. 양산을 위한 공정개발시 Digital Manufacturing 솔루션을 활용하여 최적의 공정을 찾는 체계를 갖추고 있다.

* Digital Manufacturing이란 4M(Material, Machine, Man, Method) 요소를 3D로 작성하여 컴퓨터상에서 시뮬레이션해 봄으로써 작업순서, 방법, 공정, 라인, 설비배치 등의 해법을 찾아내는 솔루션을 말한다.

□ 고도 수준

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화한다.

○ 기업 전체의 디지털화

가공 및 조립 기업 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도를 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 제로화 등 데이터 가치를 창출한다.

- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 제로화를 통한 원가를 절감한다.

Case 5

오감 작업의 센싱에 의한 IIOT 구축

□ 사업 개요

- 숙련된 작업자의 오감에 의해 온도, 농도, 시간 등 예측하여 생산하는 기계작업을 측정 센서를 도입하여 디지털 값으로 모니터링, 자동화하고, 설비, 생산, 에너지, 환경, 제품을 측정된 자료를 수집하여 클라우드 데이터 센터에 저장하는 IIoT(Industrial Internet of Things)사업



□ 기업의 현 수준

○ 핵심 사업

합성수지 전문 생산업체로 연간 2,500~3,000톤 납품하고 있으며 주 합성수지 품목은 아크릴, 우레탄, 에폭시 등으로 고분자가 가지는 특수 물성으로 변환시키고 각종 소재(플라스틱이나 섬유, 건축물, 금속 등)에 코팅, 접착 등 기계적인 물성 향상 등을 수행한다.

○ 업무 내용

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용
원료 공급사로부터 입고되면, 수량(톤) 및 품질(사양서)을 문서로 확인/검사하여

저장탱크(창고)에 수동으로 입고 완료한다.

- 제품 설계 및 생산 계획내용

고객이 원하는 제품을 생산하기 위해 제품의 사양서(물성특성)에 적합한 레시피 설정(설계) 및 생산 원가 계산을 엑셀로 하여 작업 계획을 준비하고 있다.

- 생산 작업 현황

작업자 17명이 라인에 근무하고 있으며 해당 조건표 기준에 따라 원료 이동 담당자 1명이 수동밸브 작업으로 용량을 확인(저울, 카스)하여 작업라인(설비명 베셀, 반응기)에 투입한 후 작업시간, 반응온도/RPM 관리/조정을 통하여 작업을 완료한다. 이 과정에서 원료의 과투입, 오투입을 원천적으로 차단하기 위하여 최근 스마트 시스템 및 간이 자동화를 통하여 디지털 자동 밸브를 도입하고 원료 투입 시 레시피에 정의된 원료 정량 그대로 투입할 수 있도록 하여 품질 결함 방지하고 생산성 향상을 하고 있다.

- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking

원자재(원료)는 지하에 저장탱크가 설치되어 있으며 레벨 센서 없이 경험과 육안으로 재고량을 파악하고 있다. 이와 더불어 입고시 전표에 기록된 용량을 가감하여 추가 발주/구매 절차를 진행한다. 원료/재공 자재의 이동은 대형/중형 보관 탱크에 담아 지게차로 이동하고 있으며 별도의 공정 이동표가 없다.

- 시스템 운영현황

스마트 시스템 또는 전산화가 미구축 상태이며 단계적으로 ERP, PLM 시스템을 도입 검토 중이며 2021년도에 MES/POP를 도입하고 단계적으로 MES 범위 확대 및 간이 자동화(자동 밸브로 개폐의 자동화) 구축 예정이다.

○ 스마트공장의 목표

본 제조 기업은 스마트공장 중간 2 수준의 목표로 현재 담당자가 수기로 기록하는 작업지시서와 및 현장 작업자의 경험으로 진행되는 일부(원료 입고 및 라인 투입) 공정을 디지털화하여 작업자의 숙련도 및 주관적인 판단에 의존하는 기존의 작업 공정을 탈피하고 생산효율을 높일 뿐만 아니라 통계적인 관리 및 작업 공정 관리로부터 품질향상 및 경쟁력을 높이고자 한다. 즉 생산 현장을 자동화하고 자동화된 설비로부터 측정되는 원료투입량, 공정 제어 데이터를 AAS 기반으로 수집하여 향후에 클라우드 컴퓨터에 저장하고 AI, Big Data, AR/VR, Digital Twin 등의 솔루션을 도입하여 P, Q, C, D를 향상하고 데이터의 가치를 창출하고자 한다.

□ 기초 수준

○ 계획수립 : Master Plan 수립

17명이 오감에 의해 작업하는 생산 현장에서 최적의 센서를 도입하여 과학적인 데이터를 기반으로 자동화하면서 자동화 설비 및 공정에서 측정되는 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고, 클라우드 기반의 MES/POP → ERP → PLM, SCM 등을 단계적으로 도입하고, 축적된 데이터를 활용하여 Big Data, AI 솔루션을 도입하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan 수립한다. 클라우드

도입은 기업의 상황에 따라 달라질 수 있으며 권고사항이다.

○ **공장자동화 : 간이자동화**

3대 설비(베젤)의 간이자동화(자동 밸브 설치 및 HMI 시스템 연동 시스템을 도입하여 원료 입고, 자동투입, 조건관리가 되도록 추가적인 자동화 시스템을 도입하여 운영한다.

○ **디지털화 : 아날로그의 디지털화(IIoT Sensor 도입)**

단위 장비 혹은 설비별로 자동화된 설비의 상태 및 제어 데이터를 PLC 제어 주기별로 Raw Data를 AAS* 기반으로 수집·저장하는 체계에 따라 클라우드 컴퓨팅(권고사항)에 저장한다.

- 저장된 데이터를 활용하여 생산 현장의 상황을 실시간을 언제 어디서나 모니터링 할 수 있도록 구축 한다.

* 최근의 PLC, DCS 시스템의 경우 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있다. AAS Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

○ **클라우드 컴퓨팅 기반의 업무 자동화**

현재 중소기업에는 자체 전산실이 없으므로 컴퓨터를 도입하여 운영하기 위해 항온 항습의 전산실을 새로 구축하는 것보다는 자사에 적합한 CSP(Cloud Service Provider)를 선정하여 클라우드 컴퓨팅 환경에 전용의 전산실을 만들어 PaaS 위에 SaaS로 MES를 도입하여 운영하며, 생산 현장에 POP, HMI를 설치하고, VPN 통신으로 클라우드와 생산 현장과 데이터를 송수신한다. 클라우드 도입을 권고하나, 기업의 상황에 따라 달라질 수 있다.

- 사무실에서 엑셀로 작성하는 생산, 설비, 자재관리 업무를 MES 솔루션을 도입하여 자동으로 수행하도록 하며 생산 현장에서 작업자가 작업한 내용을 센싱에 의해 자동으로 실적 관리가 되도록 한다.

□ **중간 1 수준**

○ **계획 수립 : Master Plan Upgrade**

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 업그레이드된 과제를 포함하여 실행한다.

○ **공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화**

설비를 자동 제어하는 노후화된 PLC를 국제 표준의 PLC로 교체하는 것을 권고하고, 스마트 센서 (원료 수위계, 반응온도/RPM), 자동 밸브 (반응기 원료 제어)를 설치하고 반응, 혼합 공정에서 생산정보를 자동집계하여 MES로 전송한다.

- 작업자는 제품별 생산 지시정보(작업지시서)를 확인하고 생산 완료 여부를 판단하는 센서를 추가로 설치하여 자동으로 생산 실적으로 수집하여 MES 시스템으로 전송한다. 따라서 원료투입량, 작업온도 및 교반속도 등의 데이터를 정확하게 측정하고 자동으로 기록하여 작업자의 실수로 인한 잘못된 정보 수집을 최소화 가능한 간이 자동화 설비로 보완/개조하는 IIoT 시스템을 구축한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비/공정의 디지털화

일부 설비(VESSEL)의 생산과정에서 측정되는 Raw Data 및 생산 실적 데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드에 저장, 실시간으로 공장을 모니터링한다.

- 공장 전체 설비 상태 및 KPI를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입 구축한다.
- 제품 생산 공정별로 작업 완료시 작업량을 측정하여 자동으로 MES로 전송하여 실적관리를 수행한다.
- MES 시스템을 활용하여 생산계획을 수립하고 생산 현장과 생산계획을 공유하면서 계획과 실적을 모니터링한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

기초 단계에서 선정한 CSP의 PaaS 플랫폼에 MES를 운영하고 있어서, 동일한 PaaS 위에 연동되는 ERP 솔루션을 찾아서 재무, 회계, 원가관리 등의 업무를 수행한다.

- 기초 단계에서 구축한 MES 기능을 개선 및 기능을 추가하여 더욱 효율적인 생산, 설비, 품질, 자재관리를 수행한다.

□ 중간 2 수준

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계에서 수립한 Master Plan을 실행·구축 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장 자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화

현재 3대 설비를 기준으로 자동 밸브 설치 및 HMI 연동하여 관리 중이며 추가로 5대의 유사 설비에 동일한 자동화(자동 밸브, HMI 연동)하여 공장 전체의 자동화를 통한 최적화 시스템을 구축한다.

- 작업공정별 필요한 원료 자동 산출 (ERP 용기 DATA & SOP 별 필터 등) 통하여 제품별 생산 원가 항목 실시간 집계 (투입 MH, 용량 등) 하여 ERP 전송한다.

- 노동생산성, 설비 생산성 실시간 확인 (투입 M/H, 설비 가동률)을 수행하고, 특히 표준화된 레시피에서 벗어나는 원료 투입을 원천적으로 차단하고 과다 투입하는 작업자 실수 방지, 디지털 자동 밸브를 도입하여 작업자의 노동 감소와 기업 경쟁력 제고에 지속적인 투자를 수행한다.

○ 디지털화 : 자동화 공장 전체의 디지털화

공장 내 설비의 작동과 상황 모니터링되도록 PLC를 통한 생산 반응공정 자동기록 (반응온도, 원료투입량, 교반속도) 및 자동제어를 시행하며, 생산 계획에 따른 작업 공정순서 자동 산출 (투입 인원, 베셀) 그리고 작업 진행에 따른 설비 및 공정 모니터링 (베셀, 보일러, 펌프, 순수장치, 컴프레서 등)을 수행한다.

- 공장 내에서 측정 및 생성되는 모든 설비 및 공정상태 측정데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드에 저장하고 축적된 데이터를 활용하여 AI, Big Data 솔루션을 도입한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 스마트 솔루션 운영

기초, 중간 1에서 도입한 ERP, MES 시스템의 기능 개선 및 추가적인 기능을 도입하고 필요한 PLM, SCM, Big Database, AI, AR/VR, Digital Twin 등 클라우드 기반의 솔루션을 도입한다.

- 관리자가 작업지시를 하면 관련 작업자는 표준작업 공정에 따라 원료투입관리, 공정 조건관리, 물성 관리, 고객 요구사항 검사관리 등 양품의 완제품을 창고에 보관하여 언제든지 출고할 수 있도록 시스템으로 구축한다. 즉 시스템의 최적화, 작업 안전성 확보, 원가절감을 통한 기업 경쟁력을 확보하도록 관련 솔루션을 도입 운영한다.

○ 공장의 스마트화

공장에 축적된 데이터를 이용하여 설비 고장 예측, 공정 이상 예측, 품질 불량 예측, 품질 판정 스마트화 등 데이터를 활용한 다양한 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입한다.

- 설비 상태와 공정 제어 데이터를 활용하여 머신러닝을 학습하여 기준 패턴 모델을 만들고 설비 상호 간의 연관성을 기반으로 Digital Twin 공장을 만들어 돌발 고장 및 설비의 마모, 열화에 의한 수명을 예측한다.
- 설비 상태에 따른 공정 이상이나 운전자의 실수 및 모드 잘 못 변경에 따른 공정 이상을 실시간을 예측한다.
- 설비 마모 상태에 따라 품질 불량, 에너지 손실 및 환경오염 발생도를 예측한다.
- 육안으로 중간재 및 완제품의 불량품을 검사하는 것을 자동 중량 측정기 또는 우 원료 성분 함량 분석 등으로 판정하여 딥러닝 학습 후 AI에 의한 품질 합격 여부를 자동 판정한다.

- 새로 도입되는 장비, 설비는 AAS 기반으로 설계, 제작되어 Digital Twin의 설비를 도입하며, 설비 공급사가 원격으로 설비를 예지 정비하고, 수명 기반의 부품을 교체하고 유지보수 업무를 원격에서 실행하도록 한다.

□ 고도 수준

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화되어 있다. 사무실의 단순 반복적인 행정업무는 모두 솔루션으로 대체하고 필요에 따라 RPA를 도입하여 클라우드의 전용 전산실에 구축된 전사 데이터를 활용하여 창의적인 업무를 수행한다.

○ 기업 전체의 디지털화

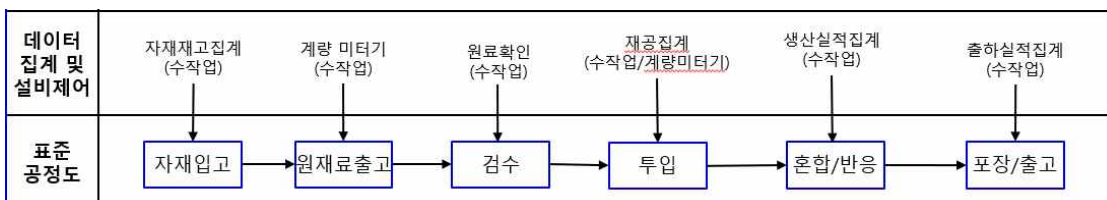
연속 생산 공장 혹은 가공 및 조립 기업 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도를 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 제로화 등 데이터 가치를 창출한다.

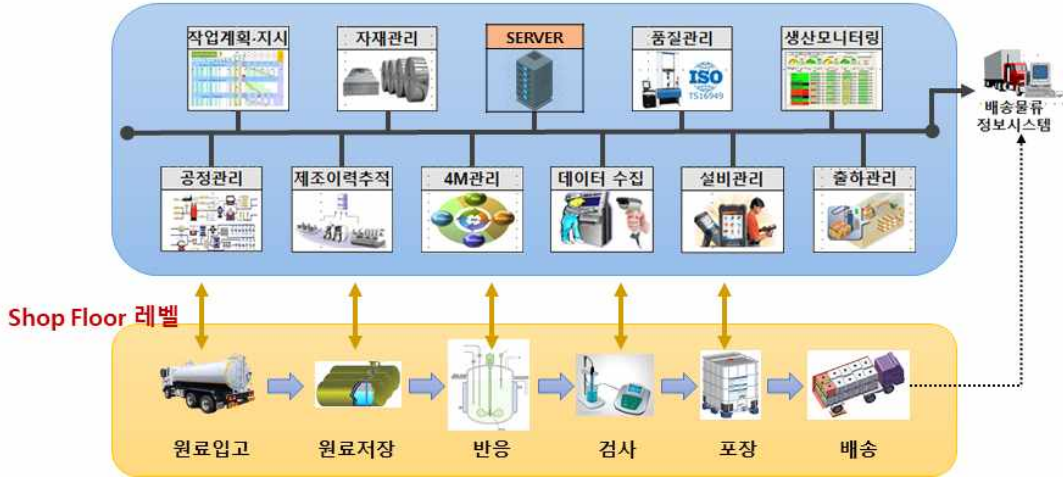
- 공급 사슬 상의 기업과 수주 및 판매, 생산 계획 및 실적을 실시간으로 공유하여 재고 제로화를 통한 원가 경쟁력을 제고한다.

▶ 참조1 ; 제조공정도 및 공정별 DATA 집계/분석(종류)

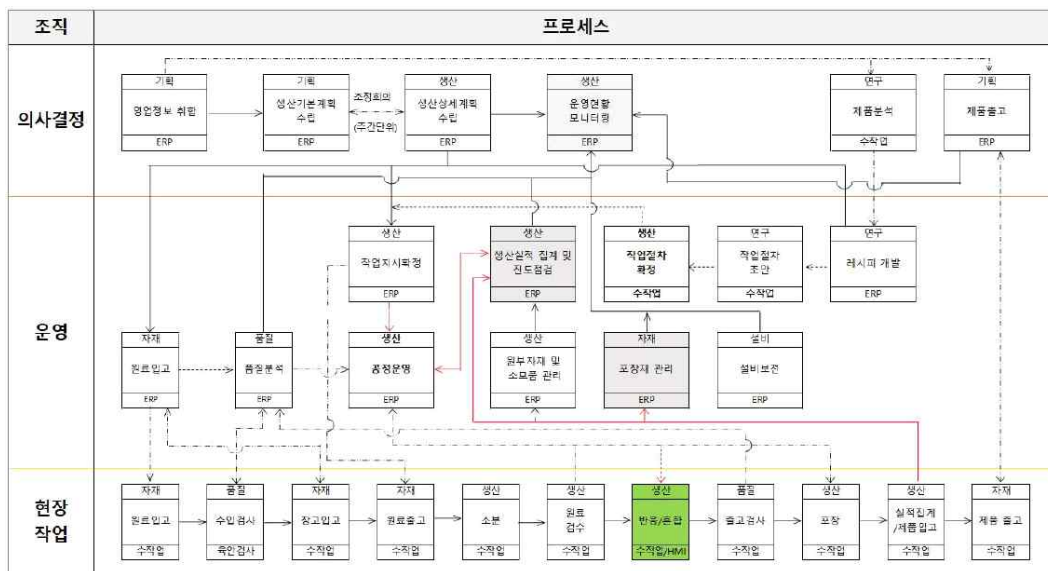


▶ 참조2 ; 공정별 연동 MES 관계도

MES 레벨



▶ 참조3 ; 순 PROCESS 와 MES 관계도



Case 6

자동화 설비 개발 및 디지털화 구축

□ 사업 개요

- 조립하는 작업을 자동화할 수 있는 기계 장치를 개발, 많은 단순근로자를 지식근로자로 전환하여 인간성을 회복하고, 저임금 국가로 이전한 기업을 Re-shoring 하도록 설비 개발 및 확산하고, 글로벌 시장에 플랜트 수출로 4IR 대응 글로벌 선도 UNICON 기업 육성한다.

⑥ 노동집약적 작업의 자동화 설비 개발 및 확산 사업

KOSMO KOREA SMART MANUFACTURING OFFICE

- ◆ 사업 정의: 조립하는 작업을 자동화할 수 있는 기계 장치를 개발, 많은 단순근로자를 지식근로자로 전환하여 인간성을 회복하고, 저임금 국가로 이전한 기업을 Re-shoring 하도록 설비 개발 및 확산, 글로벌 시장에 플랜트 수출로 4IR 대응 글로벌 선도 UNICON 기업 육성



□ 현 기업의 수준[밸브 생산공정]

○ 핵심 사업

냉난방/급수설비용 밸브를 국내외 공장에서 자동 밸브 유체제어 제조 기업(임직원) 120명으로 2018년 생산 공정 개선, 2019년 MES 시스템 구축되어 있으며, 주문형 생산의 특성이 있어, 고객 주문에 따라 '조달 → 생산 → 납품 → A/S' 전반의 신속한 변화 대응이 가능한 Total 프로세스 스마트화가 필수적인 상황으로 업무 프로세스 통합 스마트화를 통해 단계적 성장하고자 하는 중간 1수준 제조업체이다.

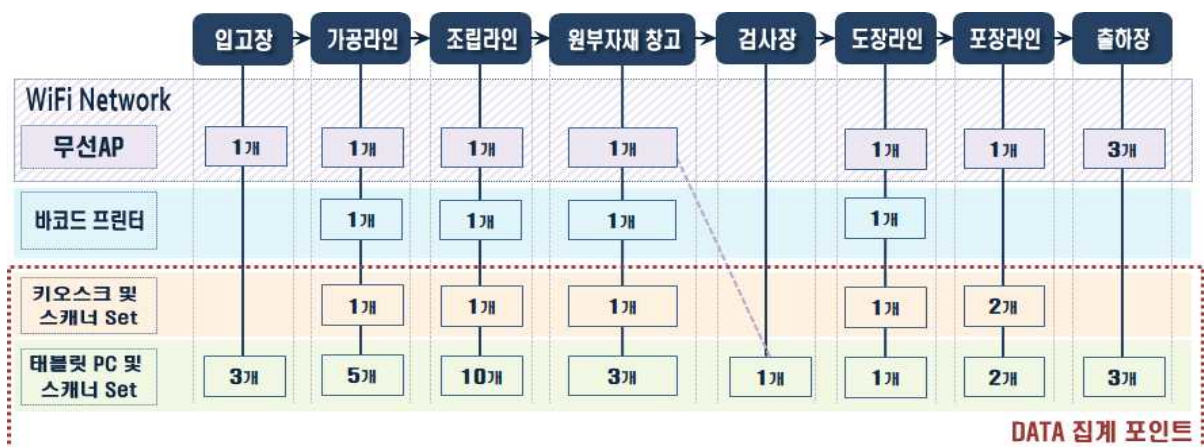
○ 업무 내용

- 생산 계획
MPS 시스템을 통해 자동으로 취합된 주문, 생산, 자재 정보를 기반으로 실시간 계획수립 체계가 구축되어 있다.
- 자재소요계획
정보화 기반의 소요량 산정 체계 수립으로 MRP 시스템 구축하여 활용하고 있다.
- 주문 접수/생성/변경관리
주문 접수부터 변경관리까지 시스템 기반으로 운영하여 기존 재고관리 및 계획수립과의 연계 체계구축을 통해 전체 업무 프로세스의 효율적 연계 관리하고 있다.
- 공정률(CAPA) 산정/관리
실시간 취합 Data 및 노무 리소스 관리를 통해 실시간 공정률 산정, 계획, 운영관리 반영 체계를 수립하고 있다.
- 출하 프로세스
자재 불출 리스트 및 공정투입 계획을 통한 수불 정보 시스템화되어 있다.
- 납품 변경관리
영업 관리시스템과의 업무 연동으로 시간별로 변경된 주문내역을 반영한 출하 작업 시행하고 있다.

○ 스마트공장 목표

본 제조 기업은 스마트공장 중간 2 수준의 목표로 생산 현장을 자동화하고 자동화된 설비로부터 측정되는 설비 상태, 공정 제어 데이터를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고 AI, Big Data, AR/VR, Digital Twin 등의 솔루션을 도입하여 P, Q, C, D를 향상하고 데이터의 가치를 창출한다.

○ 가공 공정도



□ 기초 수준

작업자가 생산 현장 혹은 사무실에서 수행하고 있는 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 부분적으로 자동화, 디지털화하여 작업자의 부하를 경감하고 단순근로자를 지식근로자로

전환하는 사업을 시도하는 단계이다.

○ 계획 수립 : Master Plan 수립

120명이 작업하는 노동 집약적인 밸브 생산공장을 기술 집약적인 Smart Process & Machine을 설계, 제작하여 조립작업을 자동화하면서 자동화된 설비 및 공정에서 측정되는 제조 Raw Data를 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장하고, 자체 전산실에 구축한 MES 시스템을 클라우드 시스템으로 Migration하고 클라우드 기반의 ERP → PLM, SCM 등을 단계적으로 도입한다. 축적된 데이터를 활용하여 Big Data, AI 솔루션을 도입하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan 수립한다.

- 해외공장에서 수십 명이 부품을 조립하는 것을 Smart Process & Machine을 개발하여 국내로 공장을 이전하도록 최소의 고급인력이 조립작업을 하여 해외에서 생산하는 것보다 원가를 더 절감하고 고품질의 제품을 생산하도록 종합 계획을 수립한다.
- MES 또는 ERP를 도입하여 총괄생산계획에 MPS를 위한 자재 소요계획 등 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제를 구체화하도록 한다.
- 기초, 중간1, 중간2, 고도 단계를 체계적 추진을 위해 단계별 수준이 도달하면 Master Plan을 Upgrade 한다.

○ 공장 자동화 : 간이자동화

단순 업무로 설비와 장비 관련 각 공정에 대한 단순공정 자동화로 P Q C D 실적 집계를 하는 업무가 MES/PoP가 이루어지는 수준으로 해외 가공 조립 공정과 국내의 제조공장에 일부 자동 조립 라인(2개 라인)을 보유하여 자동 조립 가공하여 고객사에 제품을 일부 공급하는 것을 자동화한다. 물량 대부분은 해외공장에서 수십 명의 인력이 투입되어 수동으로 부품을 조립 및 제품 검사를 시행하고 있는 것은 단위 공정의 간이자동화를 시범적으로 수행한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

가공 및 조립하는 단순공정을 자동화하면서 설비 상태 및 제어 데이터를 PLC 제어 주기별로 Raw Data를 수집·저장하는 표준체계*에 의거 가능한 클라우드 컴퓨팅에 저장한다.

* KOSMO에서 제공하는 "AAS(Asset Administration Shell) 기반의 제조 Raw Data 수집 및 저장 표준체계에 따라 제조 기업에서 사용하는 동일 장비, 공정에 대하여 동일한 데이터 항목, 속성, 주기 등을 가지고 클라우드 Time Series Database에 저장하는 것을 권장한다.

- 저장된 데이터를 활용하여 생산 현장의 상황을 실시간을 언제 어디서나 모니터링 하도록 한다.
- 설비의 열화, 마모 상태를 예측할 수 있는 자료를 수집하기 위해 IIOT 센서를 도입하고 Raw 데이터 생성한다.
- 공작기계가 CNC와 DNC에 따르는 설비로 지그관리과 금형 관리가 수작업이 아닌

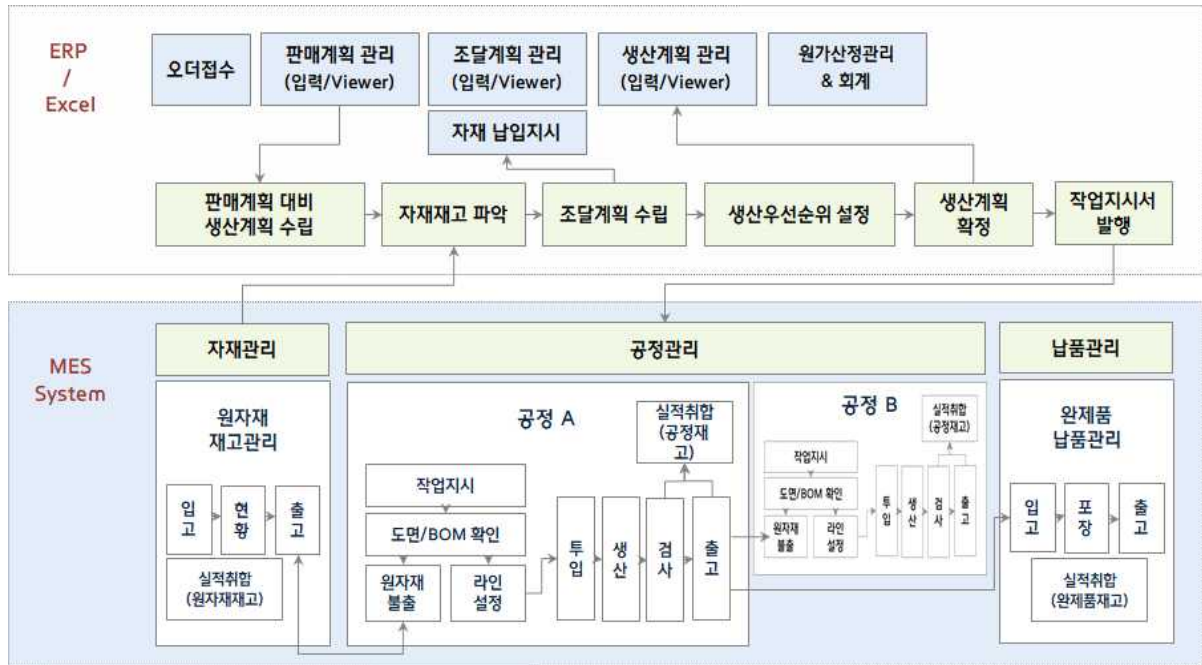
일부 자동으로 데이터화 하여 수집 저장하면서 설비관리를 수행한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

MES/PoP 시스템 등 자동화 및 디지털화에서 발생하는 데이터를 수집, 저장, 분석을 위한 전산장비는 클라우드 컴퓨팅 환경에서 운영되도록 실행한다.(권장사항)

- 클라우드 컴퓨팅 환경이 어려운 경우 자체 전산실을 구축할 수 있다.
- 창고관리와 생산라인, 공정현황 모니터링 영역으로 구성되며 영역별로 통합 업무 프로세스 관리 시스템과 연계되어 작업지시 및 운영을 수행하는 PC 및 PLC를 운영하고 센서에서 수집된 데이터를 바로 자체 구축한 전산실 (또는 클라우드의 전용 컴퓨팅)에서 작업 현황 데이터를 수집·저장하여 일부 간이분석이 가능한 수준으로 시스템을 구축한다.

▷ MES 도입 수준의 정보시스템(기성화 된 간이 ERP와 Excel 운영)



□ 중간 1 수준

생산 현장의 자동화 및 디지털화를 위해 제조데이터를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

기초 단계에서 시범적으로 자동화한 장비 혹은 설비 단위로 수행한 실적으로 기반으로 단위 공정 단위로 확대하여 자동화를 수행한다.

- 설비데이터 집계가 일부 생산 자동화 라인에서 작업이 이루어지는 내용 관련 데이터 집계가 자동으로 운영되도록 한다.
- 단순 반복하는 작업은 로봇 작업으로 대체하고, 단위 공정의 자동화 및 디지털화를 부분적으로 수행하며, 해외공장의 수동 조립 공정에서 생산하는 가공 조립의 인건비보다 경쟁력 있는 Smart Process & Machine을 개발한다.
- Smart Process & Machine은 최소의 고급인력이 가공 조립할 수 있도록 운영되며, 설비 고장과 품질 불량을 사전에 예측하는 지능화된 설비이다.

○ 디지털화 : 자동화 설비/공정의 디지털화

자동화 설비로부터 측정되는 데이터와 생산 실적 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계*에 따라 클라우드에 저장, 실시간으로 공장을 모니터링한다.

- 공장 구석구석의 설비 상태 및 작업실적, 성과를 실시간으로 모니터링할 수 있는 3차원의 시각화 솔루션 도입 구축한다.

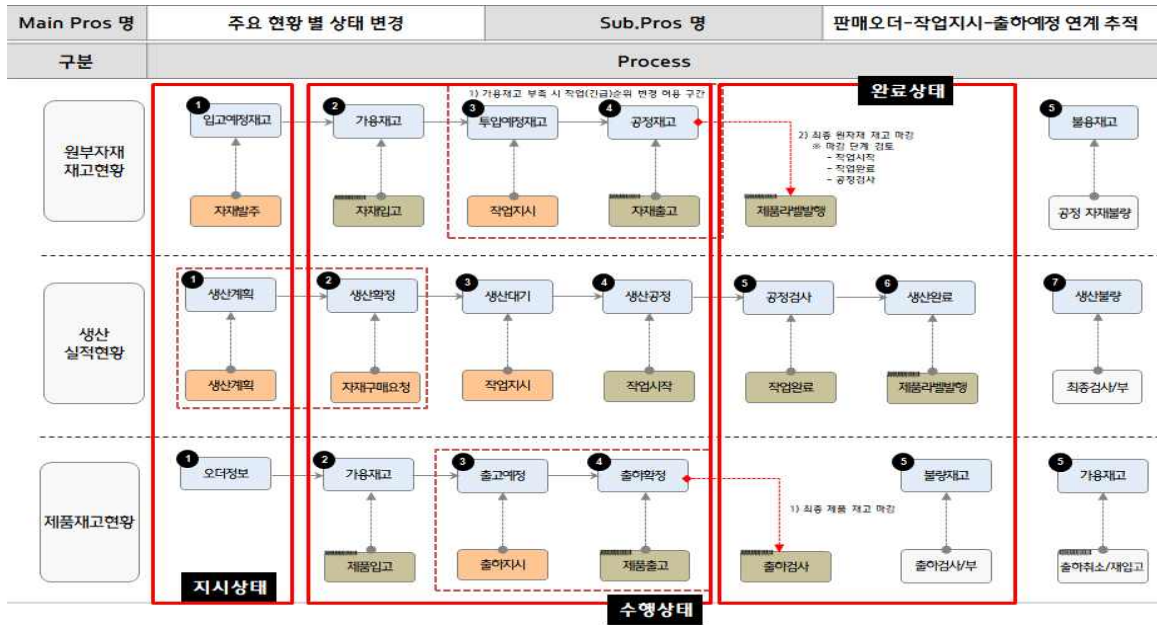
* 최근의 PLC, DCS 시스템의 경우 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있다. AAS Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

자체 전산실에서 구축하여 운영중인 MES 시스템을 클라우드 컴퓨팅 환경으로 Migration하고 필요한 솔루션을 도입 운영한다.

- 계획/운영관리 (MPR) 시스템 도입으로 통합 계획 및 스케줄관리와 주요 업무 일정의 세부 관리를 수행하고 조건별 사전 시뮬레이션을 통한 계획수립 지원 체계 구축 되면서 일정 관리의 업무 운영 기능별 연동 운영을 통해 통합 업무 프로세스의 운영 기준으로 활용한다.
- 영업 및 납품 업무 정보화 및 전체 업무 프로세스 관리 시스템 구축 정도가 영업 및 납품 업무 영역의 운영관리 시스템 구축 및 전체 업무 프로세스 연계 운영체계 수립하고 오더-조달-생산-검수-납품-마감-A/S 전체 업무 프로세스의 운영 및 제어 관리 시스템 구축이 전체 업무 프로세스 현황을 기반으로 의사결정이 가능한 경영정보 시스템을 구축한다.
- ERP 신규 개발 및 MES 통합화로 기존 단순 ERP 운영 기능의 신규 개발을 통해 주문부터 결산/마감까지 전체기능의 통합 업무 시스템 구축이 MES 기능 보완 개발과 ERP+MES 통합으로 현업 작업자의 업무 수행 효율화를 실현한다.

▷ 업무 프로세스 흐름도



□ 중간 2 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ 계획수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 공정/공장의 연결 자동화

해외에서 가공 및 조립하는 공정을 국내 고급인력이 운영하여 경제적으로 생산할 수 있는 Smart Process & Machine을 국내에 설치하여 해외공장을 국내 공장으로 이전한다.

- 가공 및 조립 공정이 완전 자동설비로 운영되며, IIoT, Big Data, AI, AR/VR 등 솔루션을 도입하여 실시간으로 스마트 생산 설비 또는 관리업무가 이루어진다.
- 해외공장에서 운영되는 수동 조립 공정의 전체공정을 자동화하여 국내 제조공장으로 전체라인을 설치, 생산하여 출하하는 체계로 공장을 이전한다.

○ 디지털화 : 공정/공장의 디지털화

부품투입부터 제품 적재까지 자동운반시스템에 의거 자동으로 이동, 저장되고 있으며 설비 및 공정상태 측정데이터를 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드에 저장하고 축적된 데이터를 활용하여 AI, Big Data 분석으로 사전 이상징후가 감지되어 시정

조치가 이루어진다.

- 신규로 도입되는 장비, 설비는 가능한 AAS 기반의 3차원 설계 도면과 Simulation이 가능한 Digital Twin의 설비를 도입 운영한다.

○ 클라우드 기반의 스마트 솔루션 도입

클라우드 기반의 솔루션 도입으로 작업자가 부품을 조립하는 것을 중간 1에서 검증된 자동화 설비 및 하여 공장 전체를 완전 자동화 디지털화된 분석 및 활용이 되는 스마트화 공장 수준으로 밸브생산이 해외 가공 조립 인건비보다 경쟁력을 갖도록 관련 솔루션을 도입하여 국내에서 운영한다.

- 검증된 ERP와 MES과 상호 연동되어 클라우드 컴퓨팅 기반의 솔루션으로 운영한다.

○ 공장의 스마트화

공장에 축적된 데이터를 이용하여 설비 고장 예측, 공정 이상 예측, 품질 불량 예측, 품질 판정 스마트화 등 데이터를 활용한 다양한 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입한다.

- 데이터 기반 분석 활용 솔루션을 도입하여 빅데이터 관리에 의해 각종 생산되는 밸브 제품과 설비 및 공정상태 측정데이터 기반으로 Feedback이 되면서 최적화된 품질과 생산관리를 수행한다.
- 육안으로 완제품의 불량품을 검사하는 것을 비전 카메라로 인식하여 딥러닝 학습 후 데이터 기반 분석 활용 솔루션에 의한 품질 합격 여부를 판정한다.
- 시스템을 통한 재고관리 효율화를 통해 실시간 재고 현황의 공유와 신뢰성 있는 재고 정보를 활용한 영업/조달/생산/납품의 안정적 운영체계 실현 및 안전재고 관련 의사결정 자료 앱으로 판단한다.
- 통합 계획/일정 관리 정보화 체계구축으로 오더 생성부터 납품까지 전 과정의 부서 간 업무 연계 및 수행 표준화 체계의 시스템화를 통해 업무 연계 효율화 최적화 실현에 있어 긴급발주 수량도 AI에 의한 자율적 의사결정이 이루어지도록 한다.
- 생산계획에서부터 AI가 도입되어 무인생산시스템으로 부품이 어느 시기에 열화되어 고장이 일어나는지 예측하고 조치하며, 밸브 품질 수준 관련 고객이 요구하는 제품 특성에 맞추어 에너지소비가 이루어지도록 하는 최고의 인공지능 기능을 구현한다.

□ 고도 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계 + 중간 2단계“를 구축하고 CPS(Cyber Physical System)을 기반으로 공급 사슬 및 가치 사슬 기업 간 데이터를 공유하여 자율 생산하는 Connected Enterprise 시스템을 구축하는 수준이다.

○ 전사 자동화 및 최적화

원료, 소재를 입고하여 자동으로 검수하고, 자율생산 공장에서 가공 및 조립하고 최소의 인원으로 고객이 원하는 제품을 생산하도록 자동화하고 전사적으로 최적화되어 있다. 사무실의 단순 반복적인 행정업무는 모두 솔루션으로 대체하고 필요에 따라 RPA를 도입하여 클라우드 기반으로 구축된 전사 데이터를 활용하여 창의적인 업무를 수행한다.

- 재료와 부품품을 선 반가공 검사 도장 조립 포장에 이르기까지 자동으로 밸브를 고객사의 요구에 최적의 형태와 원가에 이르도록 하면서 생산하고, 품질 판정을 인공지능으로 하여 무결함 각종 밸브를 생산하도록 한다.

○ 기업 전체의 디지털화

연속 생산 공장 혹은 가공 및 조립 기업 전체에서 생성되는 모든 데이터를 AAS 기반의 데이터 수집·저장 체계에 따라 클라우드 빅 데이터베이스에 축적된 데이터를 활용하고, 전후 기업 간의 데이터를 공유하는 체계를 구축한다.

- 밸브 부품 제조 데이터의 가치를 가지고 지능형 설비로 자율 생산하며, 데이터 연결이 타 산업군에도 기술도약 이루어지는 유의미한 상품화 가치를 창출한다.

○ CPS 기반의 Connected Enterprise 구축

작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도를 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 제로화 등 데이터 가치를 창출한다.

- 작업자가 부품만 공급해주면 자동으로 완제품을 조립 생산하고, 인공지능으로 품질 판정, 자동화 설비의 마모, 열화 정도를 예측하는 지능형 설비로 자율 생산하며, 부품 밸브 제조 기업과 데이터를 연결하여 재고 제로화 등 데이터 가치를 창출함.
- 클라우드 컴퓨팅 기반 이해 관계자 간의 소통이 품질 예측과 고장예측 관련 CPS화 되어 총체적 연동 업무통합으로 하나의 시스템으로 인식되어 원가와 가격 경쟁력 수준까지 구현한다.

< 기초 수준~ 중간 2 수준 단계 요약 >

수준	기초 수준	중간 1 수준	중간 2 수준
제조 형태	*일부 라인 간이 자동화 *생산 정보화 시스템(IT)	*일부 라인 자동화 *설비 작업상태 실시간 데이터 분석	*전체라인 자동화 *작업상태 실시간 데이터 분석 및 제어
수준 유형	*제조공정에 MES/POP가 적용 되고 공정에 자동화라인 1~2개 보유, 자동조립가공 *제조라인과 창고관리 통합 업무 프로세스 시스템연계 되어, 작업지시, 운영 실적 자동집계	*공장의 설비조건 가동상태가 실시간 자동으로 이뤄지고 일부 라인을 국내에서 자동조립가공 *생산& 출하 계획이 사전 시뮬레이션 수립되고 수주~납품 전체 프로세스 운영 및 제어 관리시스템 구축	*공장 전체 자동화 라인을 IOT, B-DATA, AI 등 디지털화된 전체라인을 국내 공장에서 생산 /검사되어 출하함 *부품투입~제품 출하까지 AAS 기반 데이터/AI 분석으로 이상징후가 감지되고 시정조치까지 자동 제어됨
적용 규모	1개 라인 활용	일부(2개 이상) 라인 활용	전체 라인(공장) 활용
실행 상태	P-> D	P-> D-> C (제조혁신 향상)	P-> D-> C ->A (원가 경쟁력 향상)

Case7

제조 물류 최적화 및 디지털화 구축

□ 사업 개요

- Process 산업에서 소재 입고에서 투입, 생산, 사내물류, 제품, 검사, 창고 및 배송까지 ID 기반 소재, 자재, 제품을 트래킹하여 공정상태를 자동 설정 및 제어하고, 생성되는 모든 측정, 시험, 검사 데이터를 클라우드에 저장하는 공정단위 최적화 사업

⑦ 제조 물류 최적화 및 디지털화 사업

- ◆ 사업 정의: Process 산업에서 소재 입고에서 투입, 생산, 구내 물류, 제품, 검사, 창고 및 배송까지 ID 기반 소재, 자재, 제품을 트래킹 하여 공정 상태를 자동 설정 및 제어하고, 생성되는 모든 측정, 시험, 검사 데이터를 클라우드에 저장하는 공정단위 최적화 사업



□ 현 기업의 수준[물류 서비스 공정]

○ 핵심 사업

통합 물류관리 시스템으로 운영하는 물류업체로써 주로 식품 제조업으로부터 완료된 제품을 주문, 배송을 하는 30인 작업자들로 조직된 중소기업이다.

○ 업무 내용

단순 WMS(Warehouse Management System)를 통한 수작업 업무와 일부 전산화로 운영하고 있다. 따라서 복잡한 주문수주, 송장 출력, 송장등록, 고객관리 등 배송관리 전반을 통합하여 운영·관리하며 단품 체적 환산으로 합포장 박스 자동 환산과 주문별 박스(스티로폼) 사이즈 시스템으로 분류, 대량 주문 건 한번에 등록할 수 있고 회당 주문자료 등록 건수 제한(예: 회당 최대 3,000건 업로드) 없으며 주문내용 검색기능과 상담 전용 창(팝업)을 활용, 검색값으로 내역 조회 가능 (주문자, 주소, 송장 번호 등),

정산용이 및 투명성 강화를 위해 정산메뉴를 통해 체적 값이 적용된 박스별 수량 조회 가능한 정도이다.

(물류 공정도)



○ 스마트공장 목표

Data 보안 기술 기반의 고도화된 WMS(Warehouse Management System) 구축으로 DPS(Digital Picking System) 및 DAS (Digital Assort System) 도입과 축적된 데이터를 활용하여, 물류 흐름을 시각화 하고, 핵심 Data를 실시간으로 영업·마케팅 활용될 수 있는 지능형 물류 시스템 구축이 목표이다.

1	공동 물류관리의 효율성 극대화	*95% 이상 자동화 *물류 분배 속도 및 물류 동선 최적화에 의한 50% 이상 속도 개선
2	이동, 피킹률 최소화	*물류관리 정확도 향상 *물류관리 과정 오류 0.01% 미만 개선
3	비용 절감	*프로세스 최소화 및 최적화 *불필요한 프로세스 개선
4	근로자 업무 향상	근로자의 작업환경 개선에 따라 이직률 감소 *근로자의 출고 오류 감소

□ 기초 수준

작업자가 물류 창고 혹은 사무실에서 수행하고 있는 3D 작업과 단순 반복적인 작업을 부분적으로 자동화, 디지털화하여 작업자의 부하를 경감하고 단순근로자를 지식근로자로 전환하는 사업을 시도하는 단계이다.

○ 계획 수립 : Master Plan 수립

30명의 작업자가 통합 물류관리 시스템으로 운영하여 식품 제조업으로부터 완료된 제품을 주문, 배송하는 최적의 시스템을 구축하기 위한 Master Plan과 단계별 주요 과제를 도출한다.

- 물류 작업에서 중량물 이송, 단순 반복적인 작업을 자동화하고, RFID 등 제품에 부착하여 자동으로 식별, 이송 및 작업 관리를 수행하도록 과제를 도출한다.

- 입·출고 및 물류 Tracking을 최적화할 수 있도록 AI, Big Data 등의 최신 기술을 활용한 스마트화까지 고려한다.
- 공급 사슬 상의 기업 간에 최적의 물류 데이터를 실시간 공유하여 최적의 납기를 준수하고, 상호 간 재고를 제로화할 수 있는 체계를 구축한다.

○ 공장 자동화 : 간이자동화

3D, 단순 반복적인 작업을 자동화하여 단순근로자를 지식근로자로 전환하기 위해 기초 단계에서는 단위 장비 혹은 설비 단위로 자동화를 시도하는 단계이다.

- 운송, 하역 부분과 관련하여 자동화, 시간 지체 비효율, 인력 수급, 공간 부족, 장비 부족 등으로 인하여 90% 이상의 자동화 구축이 필요하다.

○ 디지털화 : 자동화 설비의 디지털화

단위 장비 혹은 설비별로 자동화된 설비의 상태 및 제어 데이터를 PLC 제어 주기별로 Raw Data를 수집·저장하는 표준체계*에 의거 가능한 클라우드 컴퓨팅에 저장한다.

* KOSMO에서 제공하는 "AAS(Asset Administration Shell) 기반의 제조 Raw Data 수집 및 저장 표준체계"에 따라 제조 기업에서 사용하는 동일 장비, 공정에 대하여 동일한 데이터 항목, 속성, 주기 등을 가지고 클라우드 Time Series Database에 저장하는 것을 권장한다.

- 물류의 흐름 및 추적성이 자체 전산실에 의해 관리되어 아래 항목들이 Raw data가 생성되어 레포팅된다
- 아날로그 방식에 물류 분류나 인력 활용 90% 이상이 아닌 물류관리 및 활동에 있어 저온도 관리 식품에 대한 가장 큰 문제는 '안전'이며 변질 등의 문제 발생 안 하도록 소비자와 분쟁이 되지 않도록 정확한 정보를 Tracking하도록 시스템을 구축한다.

○ 클라우드 : 클라우드 기반의 솔루션 일부 도입

생산 현장에 적합한 MES/POP, ERP, PLM, SCM 등 기간제 소프트웨어 도입을 단계적으로 실시하고, 가능한 자체 전산실보다는 클라우드 컴퓨팅 환경에서 운영되도록 실행한다.

- Database의 속도와 Excel 시트의 유용한 보기 기능을 하나로 합친 도구를 활용한다.
- 전략보고서 및 리포터 작성을 위한 Excel Export 기능 및 Pivot 기능 지원한다.
- 주별, 기간별, 지역별 재고 비율, 재고실적, 보관 실적, 상하차 실적, 운송 실적 등 Activity Based Cost 분석 지원한다.
- 물류관리 지표생성(결품율, 재고오차율, 파손율, 판매 지속일, 재고비용, 작업자 및 장비 단위 생산성, 물류 원단 위 등) 한다.
- 계획 대비 실적 비교를 통한 개선 효과 분석 및 실적분석지원 (전년/계획/실적 대비)한다.



□ 중간 1 수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 Raw Data를 수집·저장 표준체계에 따라 클라우드 컴퓨팅 기반으로 Time Series Database에 저장하고 생산 현장을 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 "중간 1 단계" 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 공장자동화 : 단위 설비/공정의 자동화

기업 규모에 따라 기초 단계에서 시범적으로 자동화한 장비 혹은 설비 단위로 수행한 실질적으로 기반으로 단위 공정 단위로 확대하여 자동화를 수행한다.

- 다각적인 물류관리 통합서비스를 제공할 수 있고 물류의 흐름 및 추적성이 클라우드 기반 솔루션 일부 도입되어 관리되면서 아래 항목들이 Raw data가 생성되어 레포팅 되어야 한다.
- 동종 업계에서 요구하는 기술 욕구를 충족시켜 경쟁력 강화 및 물류관리의 신속한 의사결정 체계를 제공할 수 있는 저온 공동물류시스템 및 자동화 설비 구축과 설비/공정의 Digitalization으로 실시간 모니터링하여 물류관리 비용을 최소화하도록 실행한다.

○ 디지털화 : 자동화 설비/공정의 디지털화

자동화 설비로부터 측정되는 Raw Data 및 생산 실적 데이터를 데이터 수집·저장 표준체계*에 따라 클라우드에 저장, 실시간으로 공장을 모니터링한다.

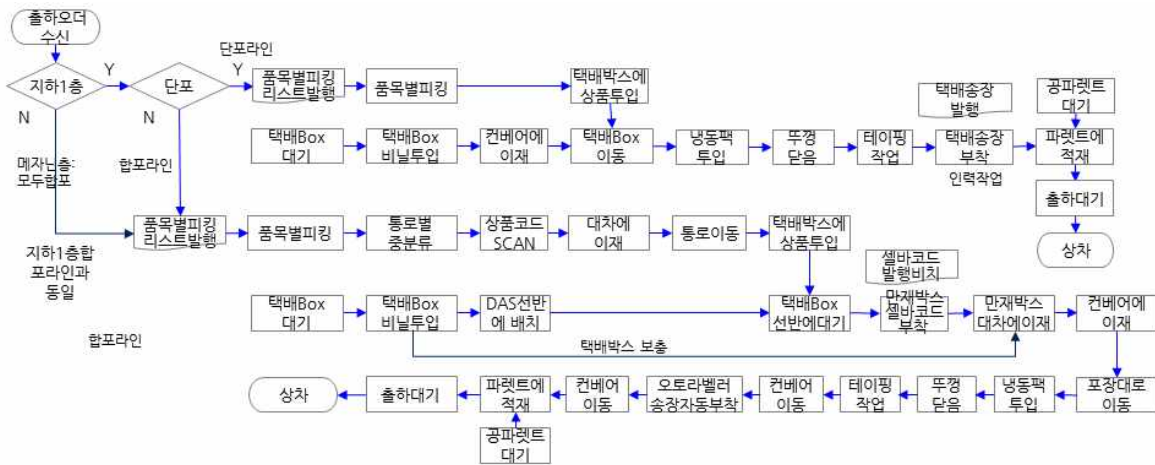
- 제품화물에 대한 보관 현황 등을 모니터링이 가능하고 저온도 물류관리에 대한 규격화, 표준화로 화물분류 오류 관련 하역작업 지연(상품 변질), 유통기업마다 개별 적용에 따른 규격화와 상품 포장 문제로 제품 분식 및 파손 우려, 포장 시 표준 사양이 구축 필요하다.

* 최근의 PLC, DCS 시스템의 경우 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있다. AAS Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

○ 클라우드 기반의 솔루션 도입

자체 전산실에서 구축하여 운영해온 각종 솔루션을 클라우드 컴퓨팅 환경으로 Migration 한다.

- 화물 표준관리 기준에 의거 고객사들이 중소기업 규모로 물류 현황에 대한 정보화 구축확보와 물류관리 회사의 플랫폼을 구축한다.
- 자동화 생산이 구축되어 이동 및 포장과 매일 광대한 용량의 Data 생산 및 축적된 데이터를 활용하여 관리 운영 기술들을 결합하여 저온도 물류시스템이 Cloud 서버를 활용 융합 물류관리를 수행한다.



□ 중간 2 수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 데이터 기반 분석 활용 솔루션(예 : 통계분석툴, Big Data, AI, Digital Twin 등) 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

○ Master Plan Upgrade

중간 1단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 전체 공장의 자동화 및 최적화

기초, 중간 1 단계에서 자동화한 것을 공장 단위로 확대하여 공장 전체를 자동화하면서 최적화해 나간다.

○ 공장 전체의 디지털화

전후 물류 공정을 상황을 상호 통신하면서 통합 물류 전체에서 측정되는 설비 상태, 공정 제어 상태 데이터 및 기업에서 생성되는 모든 자료를 수집하여 클라우드에 저장하고,

분석 활용할 수 있는 각종 솔루션을 도입한다.

○ 클라우드 기반의 스마트 솔루션 도입

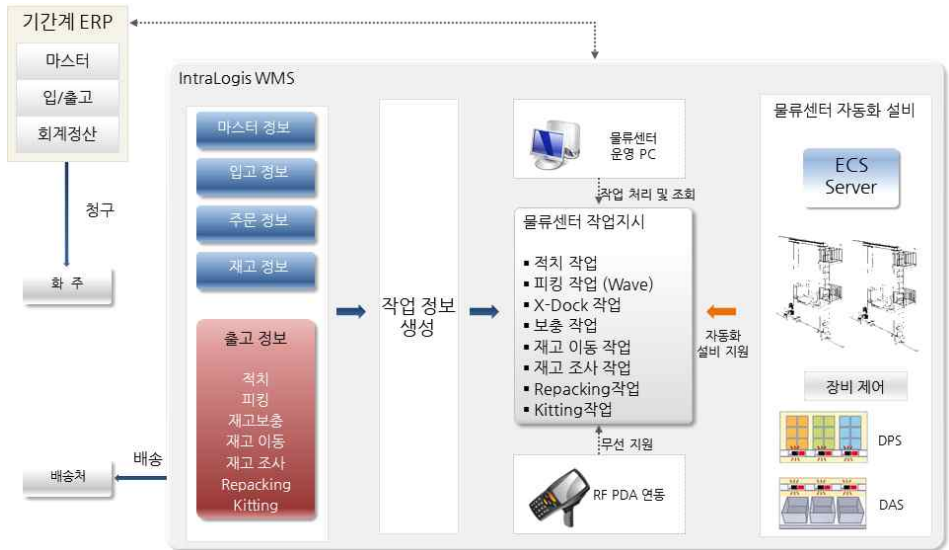
물류센터에 도입된 기존의 솔루션 및 신규 솔루션을 클라우드 컴퓨터 기반으로 운영 되도록 종합적인 시스템을 구축하여 경제성을 도모한다.

- 클라우드 기반 MES, ERP, SCM을 도입하여 운영하며, 솔루션 간 연동 데이터 내역을 SCM 기반 WMS 구축으로 설계, 원재료 구매처, 가공, 조립, 제작, 납품, 물류, 고객사 관련 입고부터 검수/검품, 분류, 재고관리, 물류 가공, 출고 등 고객사(화주가) 물류 전 부문 일원화된 수준에서 분석 및 활용이 물류 스마트화가 되어야 한다.
- 클라우드에 저장된 데이터를 활용하여 담당 책임자/관리자가 실시간으로 입력 Data 분석표 & 종합 KPI를 모니터링 할 수 있어야 하며 필요시 원격 제어되어야 한다.
- 입고, 적치, 재고, 피킹, 출고 등 물류센터 프로세스 전체를 통합 관리하여 고객 기업의 물류관리 운영 능력을 향상하게 시킴으로써 자동화 장비와의 Interface, Real-time Control 가능 제품 입고시 수량, 품질 상태 체크 (거래명세서 및 입고증), 제품 이동(Rack, 보관창고 내),물류가공(Picking, Packing, 세트작업, 라벨링 작업 등) 물류정보시스템 운영(입고, 출고 입력 등) 배송처별 제품 출고작업을 위한 분류, 재포장, 이동, 택배 송장 및 출고증 발급 아이템별 제품 수량 체크(재고관리) 등으로 Cloud 기반 서버로 실시간 제어 및 통제 등의 경영자원의 유용한 활용이 되도록 한다.

○ 공장의 스마트화

물류센터에 축적된 데이터를 이용하여 설비 고장 예측, 공정 이상 예측, 품질 불량 예측, 품질 판정 스마트화 등 데이터를 활용한 다양한 데이터 기반 분석·활용 솔루션(AI, Big data 등)을 도입한다.

- AI로 다른 Picking 방식과 비교하여 동선이 집약적이기 때문에 작업자 이동이 없고 스타트 Zone에서 투입한 주문 정보를 가진 BOX가 모든 피킹존을 컨베이어를 통하여 이동한다. 피킹한 상품과 DPS를 연동하는 고정 스캐너를 이용하여 스캔 검수를 하며 Picking이 가능하게 하는 릴레이 방식으로 작업이 진행된다. 따라서 각 Picking Zone별 Hit 수가 차이가 크게 날 때 병목 현상이 발생할 가능성이 있으나, 이를 해결하기 위하여 릴레이 방식을 적용하여 결함이 없도록 한다.
- 물류 시스템에서 다음과 같은 소프트웨어 구성도를 참고한다.



□ 고도 수준

- 지능화된 알고리즘으로 전사적 최적화인 Digital Twin이 되는 물류 공장을 완성하여 1년 이상 유지(향상)된다. 정기적인 시스템 Upgrade와 전담자를 두고 운영하면서 협력사와 고객사의 연동 시스템을 구축하여 기업과 기업 간에 필요한 데이터를 공유/분석/개선되는 데이터의 가치를 창출하는 수준이어야 한다.
- 클라우드 기반 솔루션(MES, ERP, SCM)이 활용되어야 하고 이를 통해 완제품의 신뢰성과 품질이 보증되고 추가 개발되는 제품이 출시될 때 시스템을 활용할 수 있다.
 - 사업장 확장 또는 조직 변동 시에 이미 축적된 제조 데이터를 활용할 수 있어야 한다. 특히 인공지능 알고리즘을 개발하는 대학, 솔루션을 개발하는 스타트업, 연구소에 Data 판매하여 새로운 수익을 창출할 수 있어야 한다.
- CPS 기반의 자율시스템 운영의 주체가 고객사의 변화에 맞춰 원활한 수정과 변경이 쉬운 마스터 관리 수준이고 다양한 입력 도구와 시스템 인터페이스를 통해 주문을 취합하고 마감된 주문을 시스템에서 주문관리, Wireless 타입 모바일 PDA를 통한 정확한 입고 검수 관리 체제 지원의 입고관리, 재고의 이동과 보충을 시스템과 PDA 및 라벨을 통해 Zone 관리 및 Cell Merge 등 지원의 재고관리 (Location) 및 재고 조회, 출고관리 반품관리가 통합돼 하나의 시스템에서 운영되며 타 산업 분야에서 모듈 형태로 거래할 수 있도록 하는 수준이다.

Case 8

공급 사슬 상 기업군별 스마트공장 구축

□ 사업 개요

- 완성 제품 생산기업을 중심으로 원재료, 부품을 제작 공급하는 모든 기업군(1~5차 협력사)을 일괄적으로 스마트공장 신규 구축 및 고도화 사업(기초~중간2)을 수행, 모든 부품의 품질, 생산성을 향상, 원가절감과 납기 단축을 공급 사슬 상 소 기업들이 협업 수행, 효과를 증대한다.

⑧ 공급 사슬 상 기업군별 스마트 공장 보급 확산 사업

KOSMO KOREA SMART MANUFACTURING OFFICE

- ◆ 사업 정의: 완성제품 생산기업을 중심으로 원재료, 부품을 제작 공급하는 모든 기업군(1~5차 협력사)을 일괄적으로 스마트 공장 신규 구축 및 고도화 사업(Lv1~3)을 수행, 모든 부품의 품질, 생산성을 향상, 원가절감과 납기 단축을 공급사슬상 소기업이 협업 수행, 효과 증대



□ 현 기업의 수준

○ 핵심 사업

완성 제품을 조립 생산하는 기업은 1~3차 부품 공급사들로부터 부품을 공급받아 최종 완제품을 생산하고 있다. 1차 부품기업은 3개, 2차 기업은 6개, 3차 기업 12개로 구성되어 있다. 모기업을 포함하여 22개 기업이 하나의 완성 제품을 생산하는 공급 사슬 상의 기업들로 구성되어 있다. 각 기업은 모기업으로부터 주문을 받아서 제품을 생산하는 B2B 사업을 하는 중소기업이다. 기업마다 시스템 도입 수준과 스마트공장 성숙도 수준이 다르다. 주요 업무는 생산 계획, 실적관리, 자재의 입고와 제품의 출고관리, 수입검사, 가공 및 조립 공정, 공정검사, 출하 검사들 품질 검사를 사람 혹은 자동으로 처리하고 있다.

○ 업무 내용

다음과 같은 업무 프로세스로 각 기업이 수행하고 있다.

- 원료, 소재의 입고 및 검사 업무 내용
공급사로부터 입고된 소재(부품)를 거래명세서와 비교하여 수량 확인 및 육안 검사 후 가입고 한다. 그 후 품질관리팀의 수입검사가 끝나면 입고처리 한다.
- 제품 설계 및 생산 계획내용
별도의 설계 기능은 없고 완제품을 생산하는 모회사가 제품을 설계하고, 부품별 제작 설계서를 모기업에서 도면과 사양을 받아 생산한다. 따라서 제조 기업은 부품 엔지니어링 및 설계 기술은 보유하지 않고, 가공 및 조립 기술만 가지고 있다. 고객사 시스템에 접속하거나 메일로 고객사 생산 계획을 입수한 다음 자사 생산 계획으로 간주하고 일별, 제품별, 공정별로 작업지시를 한다. 작업지시는 시스템으로 하여 생산 현장에서는 모니터를 통하여 확인하나 Sheet로 출력하여 제공하는 예도 있다.
- 생산 작업 현황
생산 현장에서는 작업지시사항을 기반으로 작업을 수행 후 Touch PC를 활용하여 생산 실적과 불량수량/유형을 입력하고 있다.
- 소재, 중간재, 제품, 이동기기 등 공장 내 물류 Tracking
공장 내 이동은 이동 단위(팔레트)별로 공정 이동표를 부착하여 해당 공정에 도착하면 바코드 스캐너를 활용하여 확인하고 있다.
- 제품 검사 및 출하
완성된 제품의 검사는 정해진 항목과 검사방법에 따라 실시하고 결과도 시스템에 등록하여 관리한다.
- 시스템 운영현황
현재 MES를 도입하여 기본기능(생산, 자재, 품질)을 적용하고 있고, ERP/PLM 등 정보시스템이 없으므로 매입/매출 관리 등 자원관리는 엑셀을 이용하며 그 외 회계업무는 외부에 의뢰하여 관리하는 수준이고, 도면이나 기술자료는 서버에 통합 보관 관리하고, 필요시 활용할 수 있다. BOM과 개발 일정 관리는 엑셀을 이용하는 수준이다.

○ 스마트공장 목표

완성 제품을 생산하는 22개의 공급 사슬 기업은 각자의 스마트공장 수준을 진단하고, 3D, 단순 반복적인 작업인 노동 집약적인 공장을 기술 집약적인 스마트공장으로 만들고, 기업 간에 필요한 데이터를 연결하여 재고 제로화, 실수율, 품질 및 생산성을 향상하도록 Connected Enterprise를 달성하는 것이 목표이다.

□ Master Plan 수립

22개 사의 스마트공장 수준과 기업별 중간 2 수준으로 달성 및 기업가는 데이터 공유를 통한 경제적 가치를 창출하기 위한 종합적인 컨설팅을 수행한다. 각 기업에서 수십 명이 가공 조립 작업하는 생산 현장을 자동화하면서 자동화된 설비 및 공정에서 측정되는 제조 Raw Data의 수집·저장 표준체계*에 따라 수집하여 같은 클라우드 컴퓨터에 저장하고, 클라우드 기반의 MES/POP → ERP → PLM, SCM 등을 단계적으로 도입하고, 축적된 데이터를 활용하여 Big Data, AI 솔루션을 도입하여 공장 전체를 스마트공장으로 구축하기 위한 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master

Plan 수립한다.

* KOSMO에서 제공하는 "AAS(Asset Administration Shell) 기반의 제조 Raw Data 수집 및 저장 표준체계"에 따라 제조 기업에서 사용하는 동일 장비, 공정에 대하여 동일한 데이터 항목, 속성, 주기 등을 가지고 클라우드 Time Series Database에 저장하는 것을 권장한다.

□ 스마트공장 보급 확산 사업 실행

컨설팅 결과에 따라 22개 기업군에 대하여 2~3년간 공급기업 Alliance가 여러 팀으로 나누어 기업별 보급·확산 사업을 계획적으로 아래와 같이 5단계로 실행한다.

- 1단계: 22개 공급 사슬 군의 협약

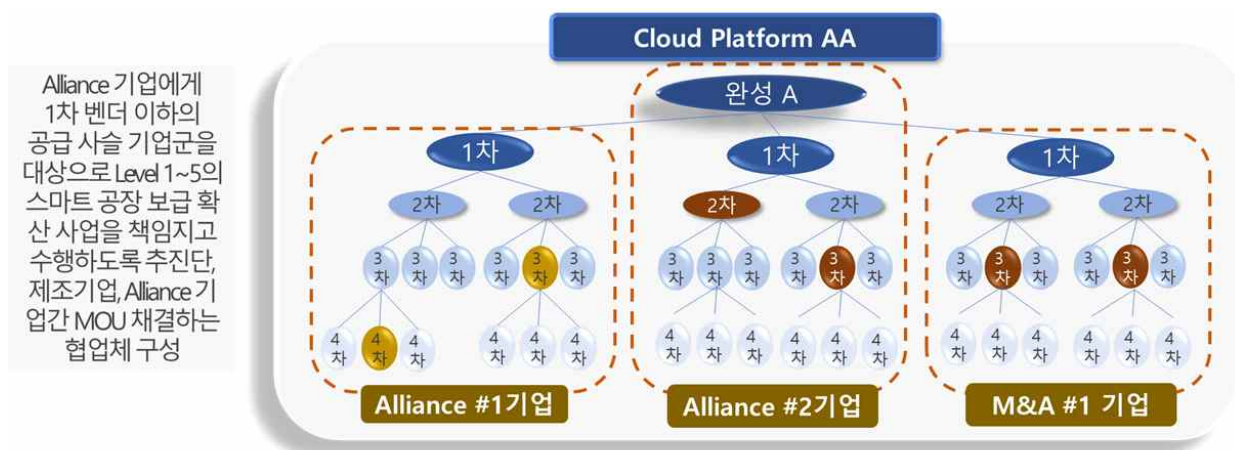
22개 기업군이 협업하여 종합적으로 컨설팅을 수행하고, 각 기업 수준에 따라 단기간에 고도 단계 수준까지 스마트 공장 보급·확산 사업을 수행하는 협약을 한다. 협약 때 공급 사슬 기업군과 각 지역 스마트제조혁신센터와 함께 공동 협약하여, 기업군별로 구축을 실행하도록 추진한다.

- 2단계: 공급기업 Alliance를 맺은 기업과 협약

기초에서 고도 단계까지 수행할 수 있는 자동화, 엔지니어링 및 다양한 솔루션을 가진 기업이 컨소시엄으로 협업하여 사업을 수행할 수 있도록 공급기업 Alliance를 조직화한다. 공급기업 Alliance는 22개 제조 기업과 스마트제조혁신센터가 공동수행하는 공동 협약식을 수행한다.

- 3단계: 22개 기업의 컨설팅 사업

컨설팅회사와 공급기업 Alliance의 핵심 인력들이 모여 22개 기업에 대한 컨설팅 계획을 수립하고, 단계적으로 모든 기업의 현황 조사와 단계적 보급·확산 사업 계획을 종합적으로 수립한다. 필요시에 컨설팅회사를 선정하여 협업 수행할 수 있다. 공급기업 Alliance 1개 사가 2~3년 내 단기간에 중간 2수준까지 보급 확산 사업을 수행하기 어려운 경우 여러 Alliance를 구성하여 공급 사슬 군별로 사업을 배분하여 수행할 수 있다.



- 4단계: 22개 사의 스마트공장 보급 확산 사업 실행

공급기업 Alliance는 22개 제조기업별 스마트공장 구축 사업을 수준별로 2~3년간 실행한다. 스마트공장 보급·확산 사업은 공급 사슬 기업군 단위로 공급기업 Alliance가 협약된 이후 단계별로 사업을 연계하여 실행하도록 스마트제조혁신센터와

협업하여 사업 계획서를 수립하고 실행한다.



- 5단계: Connected Enterprise 사업 실행

공급기업 Alliance는 22개 기업이 중간 2수준으로 달성되면 기업가는 필요한 데이터를 공유하여 재고 제로화, 품질향상 등 새로운 가치를 창출하는 사업을 한다.

□ 스마트공장 공급기업 Alliance 구축 방법

○ 공급기업 Alliance의 정의

각자의 핵심 역량을 가진 서로 다른 공급기업이 공급 사슬 기업군을 2~3년 이내에 스마트공장 보급·확산 사업을 추진할 수 있도록 하나의 회사처럼 투명하고 공정하게 관리하여 사업을 성공적으로 이끌어 가는 협업체이다.



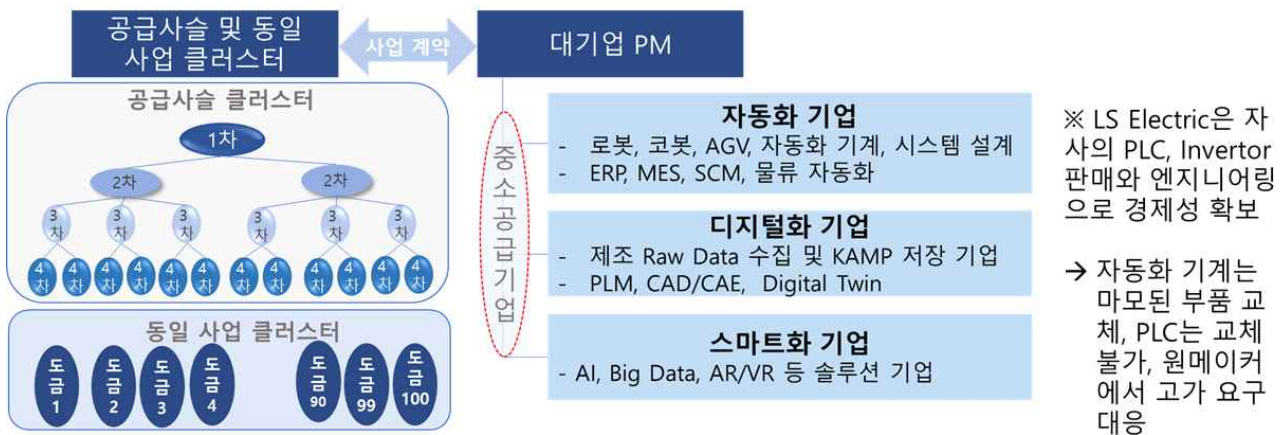
○ 공급기업 Alliance 구성

사업 구조는 컨소시엄 형태로 구성하며, (Leading Company)는 수행 경험이 많은 기업이 수행하며, 공급기업 Alliance에서 선정한다.

* Leading Company는 단일 솔루션을 가진 중소 공급기업들을 총괄하여 소통과 신뢰를 기반으로

사업 종합 기획 능력, 실행 능력을 보유한 기업으로, 종합 성능 보증과 Project Management 업무를 수행한다. Leading Company는 국내 LS Electric, POSCO ICT, 삼성 SDS 등 경험 많은 기업 혹은 공급기업 중에서 협의하여 결정한다.

- 자동화 엔지니어링, 설계, 제작 및 ERP, MES, PLM, SCM, Big Data, AI, AR/VR 등 다양한 솔루션을 가진 중소기업들이 One Package로 연동되도록 하나의 기업처럼 운영한다.
- 스마트제조혁신센터는 지역별 공급기업들을 중심으로 Alliance를 맺도록 지원하고 관리한다.
- 공급 사슬 기업군과 공급기업 Alliance의 Leading Company와 공급 계약을 수행한다. Leading Company의 역할은 PM 1명이 선정되고, 핵심 기술을 가진 공급기업들과 협업하여 프로젝트를 진행하고 종합적인 성능 보증을 담당한다.
- PM은 참여하는 각 공급기업의 역할과 책임 그리고 사업비를 정확하게, 투명하게 책정하고 사업 계약을 수행한다. 사업 금액을 Leading Company로 입금 처리되는 형식으로 진행한다. 정부 지원금은 각 공급기업에서 스마트제조혁신센터에서 송금하며 영수증은 대기업에서 공급기업으로 사업 대가를 주는 계약 방식으로 추진한다.
- 대기업이 Leading Company가 되는 경우 대·중·소 상생의 개념으로 참가하며, PM 인건비와 종합 성능 보증을 위한 최소 비용만을 받아 수행하고, 중소 공급기업들이 실제적인 혜택을 받을 수 있도록 수행한다.
- 향후 공급기업 Alliance는 하나의 회사처럼 운영하는 소통과 신뢰의 플랫폼이 형성되면 Total Solution을 One Package로 공급하는 역할을 하여 동남아시아 시장으로 진출 하도록 지원한다.



○ 공급기업 Alliance 수행 업무

- 자동화 및 사업 경험이 풍부한 PM을 하나의 회사처럼 자금과 투입 인력 등 모든 것이 투명하게 이루어질 수 있도록 운영하며 각 공급기업이 가지고 있는 핵심 역량을 충분히 발휘하고 적정 이윤을 가져갈 수 있도록 운영하고 다음과 같은 사업을 중심으로 실행한다.
- 생산 현장에 3D 작업 및 단순 반복적인 작업을 로봇, 자동화 기계, 코봇, AGV 등 다양한 자동화 시스템을 엔지니어링하고 공급할 수 있도록 한다. 공급 사슬 군 내에 하나의 자동화 프로세스가 개발되면 쉽게 다른 기업에 확산할 수 있다.
 - 생산 현장에 외산 장비가 도입되어 마모된 부품을 주기적으로 교체하여 기계설비는

성능이 우수하나, PLC 등 제어 시스템은 열화되어 외산 PLC로 교체하고 싶으나 많은 돈을 요구하고, 예비품이 없어 수리할 수 없는 설비를 국산 PLC를 사용하여 OPC-UA 통신을 기반으로 AAS* 기반의 데이터 수집 및 저장을 할 수 있도록 한다.

- 뿌리산업에서 근무하는 장인들의 나이가 60~70대로 도제 방식에 의한 기술 전수가 어려운 상황으로 센서, 자동화 설비, 인공지능 등의 기술을 적용하여 기술을 형식화하며, 스마트화하는 기술을 개발하여 적용한다.

* KOSMO에서는 PLC, DCS 시스템이 국제 표준의 OPC-UA 통신 프로토콜을 지원하고, 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 클라우드 컴퓨터에 저장할 수 있는 표준체계를 구축하여 공급하고 있다. AAS Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신, Edge Gateway PC, Cloud TS-DB(Time Series Database) 저장 소프트웨어를 KOSMO에서 지원하고 있다.

□ Connected Enterprise의 수준 정의

○ Connected Enterprise를 구축하기 위한 기업별 조건

- 제조 기업은 제조공정이 표준화 및 자동화되어 최적의 생산을 할 수 있는 조건을 구축하고, 인공지능 솔루션 등을 도입하여, 생산성, 품질 불량, 돌발 고장 등을 사전에 예측하는 한 중간 2 수준 이상 되어야 기업 간 데이터 공유가 가능하다.
- 제조 기업에서 가공 및 조립하는데 소재를 공급받아 제품을 생산하고 공급하는 시간이 최적화되어 항상 변화 없이 일정하게 운영되지 않으면 기업 간에 생산 계획 및 실적, 품질 실적 등의 데이터를 공유하여 재고 제로화로 원가 30%를 절감할 수 없다.
- 기업 간에 생산 실적을 정확하게 공유하여 완제품의 품질을 보증할 수 있도록 함으로써 고객에게 완벽한 제품을 공급하여 감동을 주는 영원한 고객으로 만들고, 신규 고객을 확보한다. 예를 들어, 소재를 생산하는 기업에서 열처리 및 도금 실적 데이터를 고객에게 제공함으로써 고품질의 제품을 생산할 수 있도록 함으로써 상호 Win Win 한다.
- 공급 사슬 군 기업 간에 데이터를 공유하여 Connected Enterprise를 구축하는데 기초~고도화 수준을 요약하면 아래와 같다. 공급 사슬 상 스마트공장의 수준은 계층(Tier)별 기업가는 정보전달 방향, 정보공유범위, 주변 시스템과의 인터페이스 정도에 따라 수준을 측정할 수 있다

구분	기업가는 정보전달 방향	정보공유 범위	주변 시스템과 Interface
고도	모기업 ↔ 자사 ↔ 협력사 1...N	자재 ,생산, 품질, 제품	ERP/MES/QMS 중 하나 및 PLM과 연동
중간 2	모기업 ↔ 자사 → 협력사 1...N	자재 ,생산, 품질, 제품	ERP/MES/QMS/PLM중 하나와 연동
중간 1	모기업 → 자사 → 협력사 1...N	자재 (W.납기 일정)	ERP/MES/QMS 중 하나와 연동
기초	모기업 → 자사	자재 (W.납기 일정)	

Case 9

자체 전산실에서 클라우드 컴퓨터 활용 구축

□ 사업 개요

- 제조 기업별로 운영 중인 개별 구축형 정보시스템은 향온/향습전산실, 컴퓨터, 네트워크 장치, 솔루션, IT 인력 등 유지보수 비용 대비 경제성 부족으로 인해 지속성 및 활용성이 저하되므로, 사용한 만큼 지불하는 클라우드 환경의 ERP, MES, PLM, SCM, CAD/CAE, WMS, QMS, Big Data, AI, AR/VR, Digital Twin 등 제조기업에 필요한 솔루션 활용으로 경제성을 향상한다.

⑨ 자체 전산실에서 클라우드 데이터 센터 활용 사업

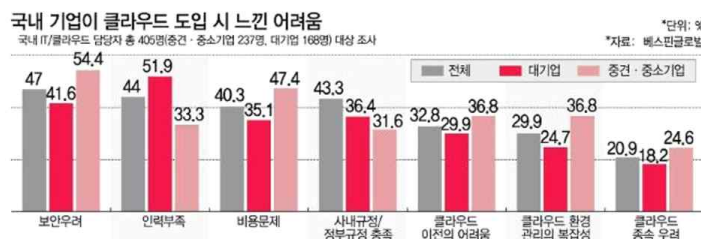
- ◆ 사업 정의: 제조 기업별로 운영중인 향온 향습 전산실, 컴퓨터, 네트워크 장치, 솔루션, IT 인력 등 유지보수 비용 대비 경제성 부족으로 지속성 활용성이 부족하여, 사용한 만큼 지불하는 클라우드 환경의 ERP, MES, PLM, SCM 등 솔루션 활용으로 경제성 향상



□ 현 기업의 수준

- 2001년부터 시작한 ERP 30,000개 구축 등 2020년도까지 지난 20년 동안 중견·중소 제조기업에 ERP, MES, PLM, SCM, WMS, CAD/CAE 등 다양한 솔루션을 도입하는 것을 정부가 주도적으로 지원해 왔다. 제조기업이 전산기를 도입 운영하기 위해 자체 전산실을 구축하고, 향온향습 설비를 도입하고, 지속적인 유지보수를 위해 IT 인력을 채용하여 발전해 왔다.
- 전산기 및 스토리지는 5년 이상 지나면 열화되어 잦은 고장으로 가동률이 저하되고, 지속적인 성능 개선으로 컴퓨터의 용량이 부족하여 고성능의 컴퓨터로 교체해 왔다.
- 자체 전산실에서 전산 자원을 지속해서 유지하고 경제성을 높이기 위해서는 지속적인 소프트웨어의 개선과 주기적인 하드웨어를 교체하지 못해 정부 지원사업 이후 사용하지 않는 기업들이 존재하고 있다.

- 정보시스템을 처음 도입할 때에는 담당자들이 새로운 기능에 익숙하지 못해 다소 불편함이 있지만, 기능에 익숙해지면 편리하고, 효율성이 높아서 점차 기능 개선 및 추가적인 기능 요구가 많아진다. 이를 위해 공급기업과 SLA(Service Level Agreement)를 맺어 유지보수를 해야 하나 도입 기업에서는 소프트웨어 비용 지출에 대한 부담감으로 유지보수계약을 체결하지 않는 기업도 있다.
- 국내 기업이 클라우드 도입시 느낀 설문 조사를 보면, 클라우드에 데이터를 올리면 플랫폼 운영자나, 다른 사람들이 쉽게 데이터를 공유하고 사용할 수 있다는 불안감이 가장 높다. 중견 중소기업의 경우 대기업보다 13.8% 높은 54.4%로 보안에 대한 불신이다.
 - 실제로 CSP사 들은 클라우드 컴퓨팅 시스템 내 운영자나, 해킹 등 외부 침입자에 대한 철저한 보안으로 100% 보증을 하며, 만약 외부로 데이터 유출시 그에 대한 보상을 책임진다고 자신 있게 말한다.
 - CSP사는 제조 기업에게 자사의 전용 전산실에 접속하기 위해 보안키와 패스워드를 지급하는데, 인증된 보안키와 패스워드로 들어와 데이터가 유출되었다면 기업에서 보안관리를 못 했기 때문에 고객의 책임이라고 한다.
 - 실제로 자체 전산실에 구축하면 임직원과 외부 정비자들이 들어와 마음대로 데이터를 유출할 수 있는 환경이다 보니, CSP가 훨씬 강화되었다고 할 수 있다. 누가 언제 들어와 무엇을 했는지 기록에 남기 때문에 데이터를 누출했다면 어느 경로로 누구 ID를 통해 어느 컴퓨터에서 들어와서 무슨 작업을 했는지 쉽게 파악할 수 있다.
- 다음은 인력 부족 문제로 대기업이 중소기업보다 18.6% 높은 51.9%를 차지한다. 이는 대기업은 자체 인력을 활용하여 운영하려는 측면에 있고, 중소기업의 경우 생산 중심의 인력으로 클라우드 컴퓨팅을 활용 때 CSP에 전적으로 의존하면서 SaaS 솔루션 공급사들과 협업하여 진행하지 않으면 불가능한 인력구조이다.
 - 중소기업은 클라우드시스템을 활용함으로써 IT 전문 인력을 가질 필요가 없고 OT (Operation Technology) 전문가가 생산한 경험을 기반으로 빅 데이터베이스에 저장된 데이터를 활용하여 AI 솔루션을 공급한 DT(Data Technology) 전문가와 협업하여 인공지능 두뇌를 만들어 활용하면 된다.
 - 제조기업이 클라우드 전문 인력을 보유하지 않으려면 SaaS와 PaaS 수준의 응용 소프트웨어 서비스를 받아야 하며, 응용 소프트웨어를 제조기업 자체에서 운영한다면 IT 전문 인력을 보유해야 한다.



[국내 기업 클라우드 도입 관련 자료]

- 다음은 자체 전산실에 있는 전산 자원을 클라우드로 이전하는 어려움과 클라우드 환경의 복잡성이다.
 - 중소기업에 있는 데이터의 양이 생각보다 많지 않고, 컴퓨터의 용량 또한 규모가 아니기 때문에 자체 전산실의 자원을 클라우드로 이전하는 비용은 많이 소요되지 않는다. 보급·확산 사업을 수행하면서 클라우드로 이전하면 사업비 내의 비용으로 처리할 수 있다.
 - 2001년부터 도입하기 시작한 ERP, MES, SCM, PLM, WMS, QMS 등은 전산기 교체 시점(평균수명 5년)에 최신 SaaS 소프트웨어로 교체하여 활용하는 것을 권장한다. 5년 이내 소프트웨어의 업그레이드 및 활용성을 높이기 위해 클라우드 컴퓨팅 환경으로 Migration이 가능하다.
 - 중소기업 내부에는 Edge Gateway PC 1대만 두고, 생산 설비에서 자동 제어 또는 생성되는 PLC, DCS, PoP 등 대량의 데이터는 IIoT와 Edge Gateway를 거쳐 클라우드상의 빅 데이터로 전송하며, SaaS 솔루션과 VPN 통신을 통해 보안과 통신 속도, 신뢰성이 보장된 방식으로 대량의 데이터를 실시간을 송수신하고 이전할 수 있다.

□ Cloud Service를 받을 수준 결정

- CSP(Cloud Service Provider)를 선정시 제조기업은 클라우드에 종속되는 우려를 한다. 당연히 클라우드 공급사를 하나 선정하여 전사에서 사용하는 모든 전산 자원을 올려 활용하게 되면 종속될 수밖에 없다. 따라서 CSP를 선정할 때 자사의 모든 자원을 올려 활용하려면, 회사의 지속성, 신뢰성, 보안성, 활용성, 글로벌화 등 종합적인 판단을 통해 선정한다.
 - CSP가 선정되면 회사와 지속해서 신뢰의 관계로 상호 Win Win이라는 협업 체계가 필요하다. CSP사들은 고객과의 지속적인 소통과 신뢰를 기반으로 구축된 시스템을 운영하지 않으면 고객들이 사용하지 않고, 사용한 만큼 사용료를 지불하기 때문에 항상 최선의 서비스를 해 줄 수밖에 없는 구조이다.
 - 글로벌 CSP를 선정할까? 국내 CSP를 선정할까? 정부에서 구축한 KAMP를 사용할까? 고민해야 한다. 해외에 있는 공장을 함께 클라우드 컴퓨팅 환경으로 사용하려는 기업은 해외에 클라우드 서비스를 제공하는 CSP를 선정해야 한다. 정부에서 지원하는 KAMP를 선정하면 국내 제조기업에게는 그 만큼의 혜택을 주기 때문에 권장한다. 제조기업의 환경에 적합한 CSP사를 선정하는 것이 매우 중요하다.
- 클라우드 컴퓨팅 환경에서 회사의 전산 자원을 활용하기 위해서는 IaaS, PaaS, SaaS의 서비스 수준을 결정해야 하고, 적합한 CSP사를 선정한다. 클라우드 컴퓨팅 환경의 컴퓨터 자원을 사용한 만큼 비용을 지불하는 종량제 과금 방식에는 다음과 같은 3가지 방식이 있다.

① IaaS(Infra-structure as a Service)

CSP사가 네트워크, 스토리지, 서버의 하드웨어에 가상의 머신을 사용하는 가상화 기술이 도입되어 중소기업에 필요한 전산기 하드웨어를 임대하여 서비스하는 사업이다. 사용하는 OS, Middleware, 응용 솔루션을 제조기업에서 선정하여 활용하는 것이다.

- 자체 전산실에 구축된 ERP, MES 등의 서버를 CSP사에서 제공하는 전산기 하드웨어 IaaS를 임대하여 사용하는 것과 같고, 제조기업은 ERP, MES 등 응용 소프트웨어에 대한 보안을 책임지고 수행해야 한다.
- 하드웨어적인 보안은 CSP사가 수행하며, (1) OS와 응용 소프트웨어에 대한 보안은 제조기업의 책임이고, 별도로 제조기업이 투자하는 방식과 (2) OS와 응용 소프트웨어에 대한 보안을 CSP가 책임지고 사용료개념으로 접근하는 방식이 있다.

② PaaS(Platform as a Service)

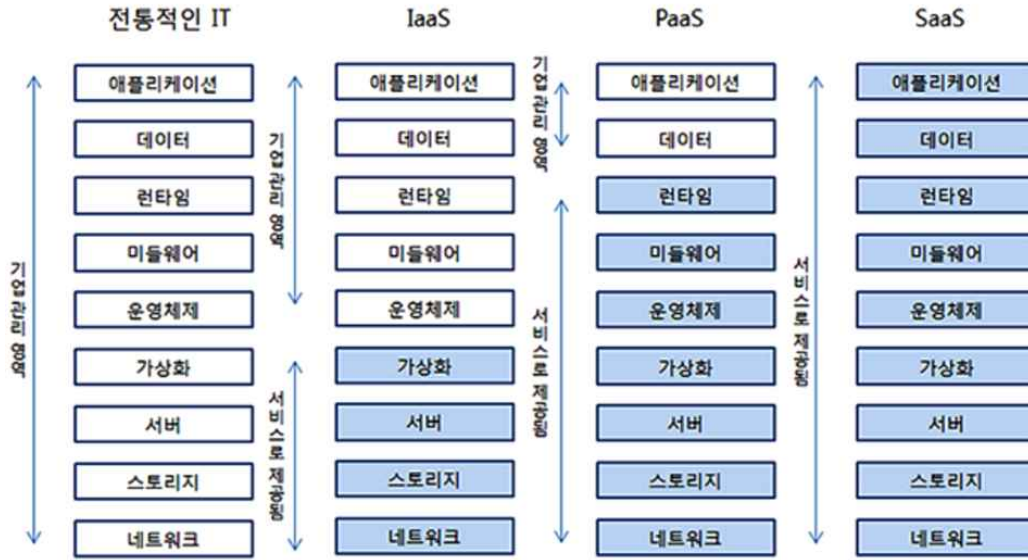
CSP사가 자사의 네트워크, 스토리지, 서버, 가상화 기술에 운영체제 OS, 미들웨어, 런타임 라이브러리 등 기본적인 시스템 소프트웨어를 서비스한다. 제조기업은 PaaS를 사용하여 응용 소프트웨어를 개발 혹은 상품화된 솔루션을 도입하여 운영하면 된다.

- 응용 소프트웨어를 선정하고 유지보수, 업그레이드, 보안 등 모든 운영과 보안 책임은 제조기업에 있다.
- CSP사는 PaaS 수준의 보안과 시스템의 운영과 책임으로 그에 대한 비용을 받으면 되고 응용 소프트웨어의 운영 비용은 제조기업에 책임진다.

③ SaaS(Software as a Service)

CSP사가 자사의 네트워크, 스토리지, 서버, 가상화 기술에 운영체제 OS, 미들웨어, 런타임 라이브러리를 사용하여 다양한 응용 프로그램을 제조기업에 적합한 서비스를 한다.

- 제조기업은 SaaS로 제공되는 응용 소프트웨어 즉 ERP, MES, PLC, SCM, CAD/CAE, WMS, QMS, AI, Big Data, AR/VR 등 선택하여 사용하면 된다.
- 제조기업이 CSP사와 SaaS 수준으로 서비스 계약을 하면 CSP사에서 모든 전산 자원에 대한 운영, 유지보수, 보안 등 클라우드 컴퓨팅 환경 관련 책임 수행한다.
- KOSMO에서 제조기업은 CSP사에서 제공하는 SaaS 수준의 응용 소프트웨어를 사용하여 경제적 가치를 창출하는 것을 권장한다.
- CSP사는 스마트 제조혁신에 있어 SaaS 레벨의 서비스를 제조기업에 제공해야 하며, 이를 위해 솔루션 공급업체와 협력을 통해 ERP, MES, PLM, SCM 솔루션을 PaaS 위에서 연동하도록 One Package 서비스를 구성성하여 제공해야 한다.
- 이를 위해서는 기존의 구축형 응용 솔루션을 클라우드기반으로 Migration 한다. 또한 AI, Big Data, AR/VR, Digital Twin 등 제조 Raw Data 기반의 솔루션을 새롭게 개발하는 스타트업들과 협업하여 PaaS 위에서 SaaS 솔루션으로 연동되도록 협업해야 한다.



[클라우드서비스 구성 영역]

□ 운영 중인 전산 자원의 클라우드로 이전

- 자체 전산실에 ERP, MES, PLM, SCM, WMS 서버와 데이터 스토리지가 운영되고 있는 회사에서 어떻게 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전할 것인가?
 - 교체 시점은?

컴퓨터 하드웨어의 수명이 다하는 5년 이상 혹은 성능이 부족하여 신규 컴퓨터로 교체하는 시점 혹은 소프트웨어의 성능에 문제가 있어 다른 솔루션으로 교체를 원하는 시점에 수행한다.
 - CSP사 선정은?

국내외 CSP사 중에 회사의 신뢰성, 지속성, 확장성, 가용성, 보안성, 경제성 등을 기반으로 선정하며, 해외에 진출 혹은 해외에 공장을 가지고 있는 기업이라면 글로벌 리전을 가진 CSP사를 선정하는 것이 바람직하다. 하나의 CSP가 선정되면 ERP, MES, SCM, PLM, 빅 데이터베이스, AI 등 모든 솔루션이 SaaS로 활용되어야 한다. 만약 PLM은 다른 CSP사에 있다면 기존 솔루션과의 데이터 통신에 추가적인 비용과 효율성이 매우 낮다.
 - SaaS로 서비스 여부?

자사의 전산실에 공급한 솔루션 사가 선정된 CSP사의 플랫폼(PaaS)에서 SaaS로 공급될 수 있는지 확인하고, SaaS로 공급되어 있지 않다면 언제부터 SaaS로 서비스할 수 있는지 모든 솔루션사와 협의하여 결정한다.
 - SaaS로 전환 비용은?

정부에서는 자체 전산실에 있는 솔루션을 SaaS로 Migration 하기 위한 비용을 솔루션사에 지원한다.
 - 클라우드 컴퓨팅 환경에서 운영비용은?

정부에서는 클라우드 컴퓨팅 환경으로 전산 자원을 운영할 때 CSP 운영비용,

VPN 통신비용, Solution 라이선스 비용, SLA 비용 등 3년간(소기업은 5년) 사업비에서 지원한다.



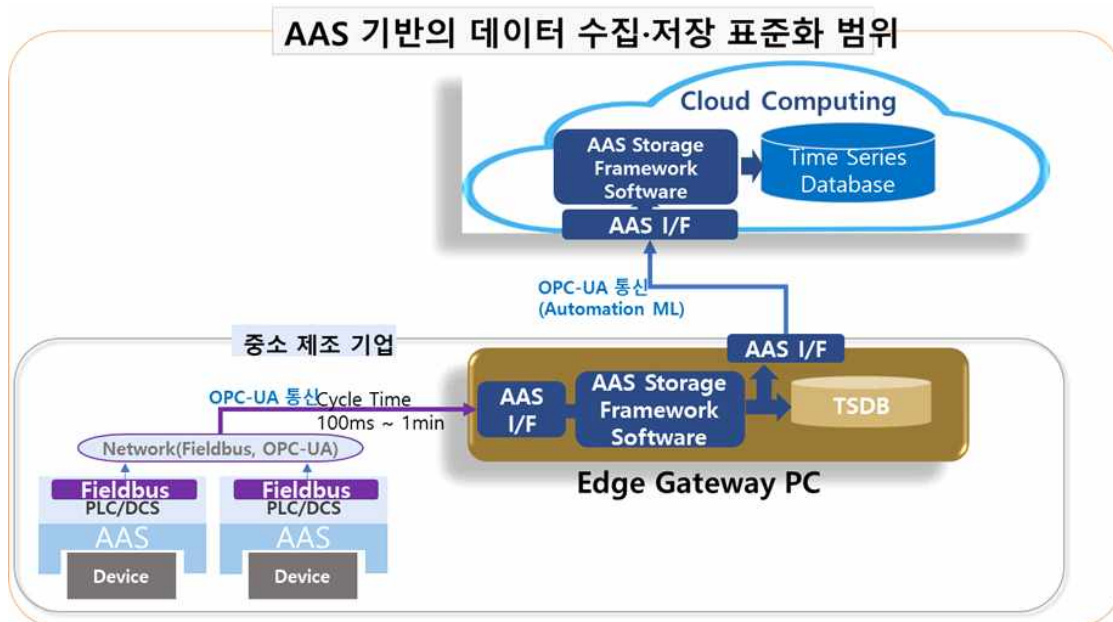
□ 처음 솔루션을 도입하는 회사는?

- 제조기업이 처음 ERP, MES, PLM, SCM, CAD/CAE, WMS, QMS, Big Database, AI, AR/VR, Digital Twin 등 솔루션을 처음 도입하는 회사는 어떻게 클라우드 컴퓨팅 환경에서 SaaS로 서비스를 받을 수 있을까?
 - CSP사 선정
회사의 경영 환경, 즉 수출하는 제품이거나, 해외공장이 있는 경우라면 글로벌 비전을 가지고 있는 CSP사를 선정하고, 국내에서 활용한다면 국내 CSP사를 선정하면 된다. 국내에서 정부는 NHN, KT 플랫폼을 임대하여 KAMP 인프라를 구축하여 제조기업에 지원하고 있어, KAMP 사용을 권장하며, NBP 또는 다른 국내 CSP사로 사업하는 Public Cloud Platform를 선정할 수 있다.
 - SaaS 솔루션 선정
CSP사에서 제공하는 SaaS 솔루션 중에 기업 환경에 적합한 솔루션을 선정하고, 없는 경우 원하는 솔루션사와 협업하여 SaaS로 Migration 하여 서비스를 받으면 된다.

□ 처음 클라우드 빅 데이터베이스 구축

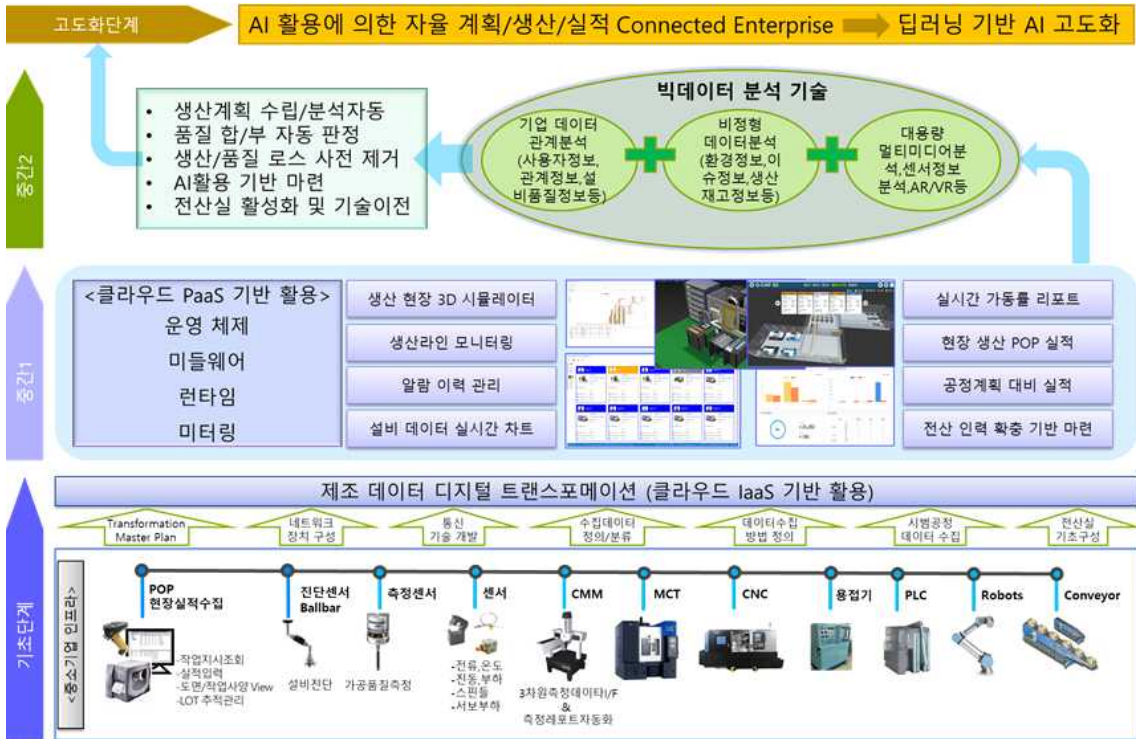
- 제조기업의 생산 설비가 자동화되어 있어, 설비의 상태 및 공정 제어, 제품 및 소재 데이터 등 제조기업에서 생성되는 모든 데이터를 체계적으로 수집하여 클라우드 데이터베이스에 저장하여 인공지능 솔루션을 활용하려면?
 - AAS 기반의 제조 Raw Data 수집 · 저장 표준화
제조기업에서 장비별, 설비별, 공정별, 공장별로 생성되는 모든 데이터를 표준화된 AAS 기반으로 국제 표준의 CDD(common Data Dictionary)에 따라 데이터의 속성과 수집 주기 등을 정의하고 OPC-UA 통신방식으로 PLC → Edge gateway PC → Cloud Database로 데이터를 전송한다.

- AAS Template 작성 방법
KOSMO에서 국내에서 공통으로 사용하는 장비별 동일한 데이터 속성 정의와 AAS Template를 작성하는 방법을 매뉴얼 화하여 공급 및 도입 기업에 교육 및 자료를 제공한다. 그 표준 방법에 따라 데이터를 수집하여 저장하면 향후 최신의 인공지능 솔루션 등을 도입할 때 경제적인 방법으로 도입 운영할 수 있다.
- 데이터 통신 소프트웨어 제공
KOSMO에서는 PLC, DCS에서 OPC-UA 통신을 지원하면 PLC, DCS와 Gateway PC간에 데이터 통신을 하면서 실시간으로 수집저장하고, 클라우드 컴퓨터에 송신하는 소프트웨어와 사용 매뉴얼을 제공한다.
- Edge Gateway PC 소프트웨어 제공
KOSMO에서 OPC-UA 통신으로 PLC, DCS에서 실시간으로 수집하여 Gateway PC에 Time Series DB에 저장하고 클라우드에 송신하는 소프트웨어와 사용 매뉴얼을 제공한다.
- Cloud Computing에서 데이터 수집·저장 소프트웨어 제공
중소기업별 Edge Gateway PC에서 자사의 클라우드 전용 전산실에 Time Series Database로 실시간으로 수집 저장하는 소프트웨어 및 매뉴얼을 제공한다.



□ 클라우드 기반의 스마트공장 성숙도 레벨

- 2021년도부터 정부는 스마트공장 보급 확산 사업에서 지난 20년간 자체 전산실에서 구축해오던 것을 클라우드 컴퓨팅 환경에서 사업을 진행하도록 적극적으로 지원한다.

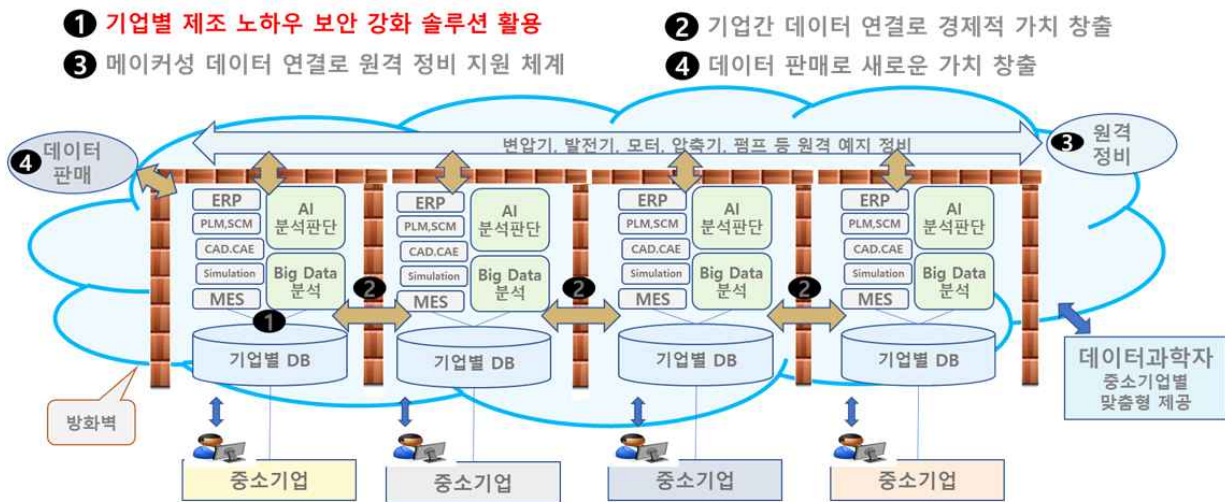


□ 클라우드 기반의 운영 모습은?

- 제조기업이 클라우드 컴퓨터 기반의 솔루션을 도입하여 활용하게 되면 CSP사에서 제공하는 전용의 전산실을 부여받게 된다.
 - CSP사는 제조기업에 적합한 컴퓨터 용량과 스토리지 등을 제공하며, SaaS의 응용 솔루션도 함께 서비스한다.
 - 클라우드 컴퓨팅 환경에서 기업 전용의 전산실을 할당받아 그곳에 저장 및 활용하는 솔루션의 소유권은 제조기업의 것이고, 자원을 활용한 만큼 매달 지불하면 된다.
예를 들어 연간 12TB의 저장 용량이 필요하다면 매월 1TB씩 저장될 때마다 사용한 용량의 비용만 지불하면 되고 12TB를 첫 달에 지불하는 것이 아니다.
- 제조기업이 클라우드 컴퓨터 기반의 솔루션을 도입하여 활용하는 사업은 다음 4가지 방식이 있다.
 - 첫째, 자사의 경영정보와 노하우가 들어 있는 ERP, MES 시스템 등 모든 자원이 보안이 강화된 전용의 전산실에서 자체 전산실과 같이 운영한다.
 - 둘째, 공급 사슬 혹은 가치 사슬 기업가는 필요한 데이터를 서로 연결하여 새로운 가치를 창출하는 사업을 할 수 있다. 이때 상호 기업가는 승인한 데이터 항목을 선정하여 통신하게 되면 된다, 이것이 제조 데이터 공유이다.
 - 셋째, 제조 설비, 장비를 공급한 회사가 원격에서 정비 및 예지 정비를 할 수 있도록

설비 상태 데이터를 실시간으로 제공하는 사업이다. 앞으로 도입되는 설비는 설비 공급사가 원하는 데이터를 제공하여 가치를 창출해 내는 사업이다.

- 넷째, 고품질의 신뢰성 있는 제조 Raw Data를 AAS 기반으로 수집하여 저장되어 있다면, 인공지능 알고리즘을 개발하는 대학, 솔루션을 개발하는 연구소 및 스타트업 기업들에서 데이터베이스를 돈을 받고 파는 사업이다. 물론 보안 협약 NDA를 맺고 판매를 한다.



13

□ 클라우드 기반 운영의 장단점은?

제조 기업에 있어 IT 인프라는 선택이 아닌 필수가 되었다. 하지만 기업이 직접 IT 인프라를 직접 운영하는 데는 큰 비용과 리소스가 소요된다. 최초 구축과 관리에 드는 비용뿐만 아니라, 유희 자원이 발생하기 쉽기 때문이다. 언제든지 확장/축소할 수 있어 유연하고, 사용한 만큼만 비용을 지불하므로 합리적인 클라우드서비스는 기업이 오직 고유한 핵심 비즈니스에만 역량을 집중할 수 있도록 돕는 최적의 대안이다. 개별 기업의 필요에 따라 적합한 클라우드서비스 모델을 선택해서 최적의 비용으로 비즈니스를 안정적으로 운영하는 성공 모델이다. 다음은 Microsoft Azure Homepage에 게시된 글을 소개한다. SaaS는 클라우드서비스 공급자로부터 종량제 방식으로 구매하는 완전한 소프트웨어 솔루션을 제공합니다. 귀하는 조직을 위한 앱 사용을 대여하고 귀하의 사용자는 일반적으로 웹 브라우저를 사용하여 인터넷을 통해 해당 앱에 연결합니다. 모든 기본 인프라, 미들웨어, 앱 소프트웨어 및 앱 데이터는 서비스 공급자의 데이터 센터에 있습니다. 서비스 공급자는 하드웨어 및 소프트웨어를 관리하고 적절한 서비스 계약을 통해 앱과 데이터의 가용성과 보안도 보장합니다. SaaS를 통해 조직은 최소의 사전 투자 비용으로 빠르게 앱을 실행 중 상태로 만들 수 있습니다.

SaaS의 장점은?

- ① 정교한 애플리케이션에 대한 액세스 권한 얻기.

사용자에게 SaaS 앱을 제공하기 위해 하드웨어, 미들웨어 또는 소프트웨어를 구매, 설치, 업데이트 또는 유지 관리할 필요가 없습니다. SaaS를 사용하면 필요한 인프라

및 소프트웨어를 구매, 배포 및 관리하는 리소스가 부족한 조직에서도 경제적 부담 없이 정교한 엔터프라이즈 애플리케이션(예: ERP 및 CRM)을 사용할 수 있습니다.

② 사용한 만큼만 요금을 지불하십시오.

SaaS 서비스는 사용량 수준에 따라 자동으로 강화/규모 축소하므로 비용도 절약할 수 있습니다.

③ 무료 클라이언트 소프트웨어 사용.

사용자는 소프트웨어를 다운로드하여 설치할 필요 없이 웹 브라우저에서 직접 대부분의 SaaS 앱을 실행할 수 있습니다(그러나 일부 앱에는 플러그인이 필요함). 즉, 사용자를 위한 특정 소프트웨어를 구매하고 설치할 필요가 없습니다.

④ 리소스에 이동성 손쉽게 적용.

SaaS를 사용하면 사용자가 인터넷에 연결된 컴퓨터 또는 모바일 디바이스에서 SaaS 앱 및 데이터에 액세스할 수 있으므로 리소스에 “이동성”을 손쉽게 적용할 수 있습니다. 다양한 종류의 컴퓨터 및 디바이스에서 실행되도록 앱을 개발하는 것에 대해 걱정할 필요가 없습니다. 서비스 공급자에게서 이미 이렇게 했기 때문입니다. 또한 모바일 컴퓨팅에서 본질에서 발생하는 보안 문제를 관리하기 위한 특별 전문 지식을 갖출 필요가 없습니다. 신중하게 선택된 서비스 공급자는 데이터를 사용하는 디바이스의 유형과 관계 없이 데이터의 보안을 보장합니다.

⑤ 어디서나 앱 데이터에 액세스.

데이터가 클라우드에 저장되어 있으면 사용자는 인터넷에 연결된 컴퓨터 또는 모바일 디바이스에서 정보에 액세스할 수 있습니다. 또한 앱 데이터가 클라우드에 저장되어 있으면 사용자의 컴퓨터나 디바이스가 작동하지 않으면서도 데이터가 손실되지 않습니다.

Case 10

PaaS 기반의 응용 S/W 도입 및 개발 구축

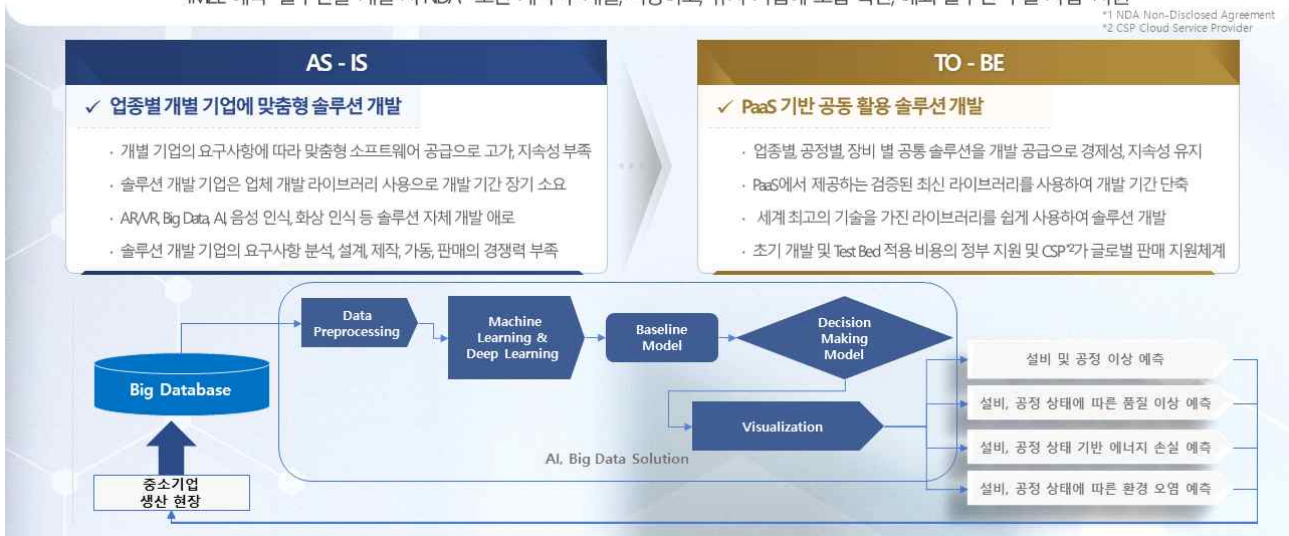
□ 사업 개요

- 제조기업은 보안이 강화된 클라우드에 축적한 데이터를 활용하여 솔루션 개발기업(스타트업)과 협업하여 설비, 품질, 생산, 에너지, 환경오염 등 4M 2E 예측 솔루션을 개발 시 NDA(Non Disclosure Agreement) 보안 계약 후 개발, 적용하고, 유사 기업에 보급 확산하고 성능 검증 후 해외 솔루션 수출사업을 지원한다.

⑩ PaaS 기반의 응용 S/W 도입 및 개발 사업

- ◆ 사업 정의: 제조 기업별로 보안 강화된 클라우드에 축적 데이터를 활용하여 솔루션 개발기업(스타트업)이 설비, 품질, 생산, 에너지, 환경 오염 등 4M2E 예측 솔루션을 개발 시 NDA*1 보안 계약 후 개발, 적용하고, 유사 기업에 보급 확산, 해외 솔루션 수출 사업 지원

*1 NDA Non-Disclosed Agreement
*2 CSP Cloud Service Provider



□ 현 기업의 수준

- 국내 제조기업의 클라우드 활용기반은 비교적 기업들이 접근하기 쉬운 방식인 IaaS의 운영관리 위주로 사용되고 있지만, 앞으로 스마트공장 보급·확산 사업에서는 SaaS 수준의 응용 솔루션을 서비스 받음으로써 경제적 IT 자원 활용으로 제조경쟁력을 갖도록 정부가 지원한다.
- 제조기업에 공급하는 ERP, MES, PLM, SCM, QMS 등의 솔루션들은 지금까지 중소기업의 자체 전산실에 컴퓨터와 응용 소프트웨어를 공급했고, SLA 계약을 하여 지속적인 유지보수 사업을 해왔다.
 - 지금까지 응용 소프트웨어에 대한 솔루션을 도입할 때 초기 도입 비용과 영구 라이선스 비용을 일괄적으로 구매하여 운영함으로써 초기 도입 비용이 많이 소요되었다.
 - 자체 전산실에 전산 자원을 운용함으로써 보안 문제를 해결하기 위해 많은 보안

시스템을 도입하고, 노후된 전산기를 평균적으로 5년마다 주기적으로 교체해 왔다.

- Startup이 제조 데이터를 활용하여 솔루션을 개발하고 확산하기 위해서는 클라우드 서비스 공급사를 선정하여 CSP사에서 제공하는 PaaS를 활용하여 SaaS를 개발하지 않으면 글로벌 시장에 솔루션을 판매하기 어렵게 된다.

□ 공급기업의 사업화 계획 수립

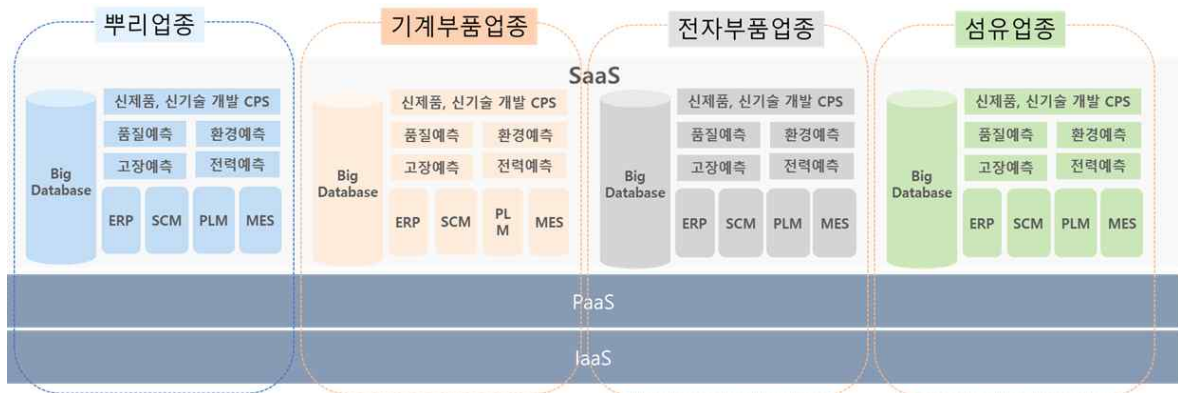
- 제조기업에서 SaaS 수준의 서비스를 받으려면, 업종별, 규모별 환경이 달라서 공통으로 사용하는 솔루션과 고객의 환경에 일부 맞춤형으로 개발하여 사용할 솔루션을 구분하여, 항상 제조기업에 적합한 솔루션을 공급함으로써 제조기업에 경제적 효과를 내도록 서비스해야 한다.
 - 제조기업별 맞춤형으로 솔루션을 개발하여 SaaS로 제공하면 기업별로 유지보수 및 업그레이드 하는 비용이 많이 들고, 지속성과 확장성이 없으므로 처음부터 솔루션을 SaaS 수준으로 서비스하기 위해서는 PaaS에서 제공하는 Middleware와 Run Time Library를 잘 활용하여 설계, 개발해야 한다.
- 업종별, 공정별, 장비별 공통 솔루션을 개발하기 위한 요구사항을 취합하고 이에 대한 구축 표준을 정의하여 제조 유형별 구축 시스템을 정의하여 PaaS 기반의 응용 소프트웨어 개발을 하기 위해 종합적인 로드맵 수립, 구체적인 실행 방안, 과제 도출하는 Master Plan을 수립한다.
 - 제조 유형별로 단계적인 개발을 통해 SaaS 응용 소프트웨어를 서비스 함으로써 경제성과 지속성을 유지하도록 공급사는 지속적인 서비스 개발이 필요하다.
 - 스마트 공장 구축 수준에 근거하여 수직적 통합 및 네트워크화된 제조 시스템을 갖춘 기업을 바탕으로 기술 개발이 필요하다.
 - SaaS 응용 소프트웨어가 제조공정과 운영에서 생성되는 데이터를 통합하여 공통 솔루션 개발한다.
 - 제조기업 공통 S/W 솔루션을 PaaS위에서 SaaS로 서비스하면서 클라우드 환경의 종합보안 체계를 구축하도록 CSP와 협업해야 한다.

□ 공급기업의 준비 및 개발 방법

- 제조 기업에 운영 중인 기존 솔루션을 클라우드 컴퓨팅 PaaS 기반의 SaaS로 운영 될 수 있도록 Migration 한다.
 - 2014년도부터 스마트공장 보급·확산 사업에 솔루션별 공급 기업 수를 보면 ERP는 340개, MES는 1,072개, PLM은 116, SCM는 68개 기업이 공급해 왔다. 공급기업들은

지금까지 자체 전산실 구축해왔던 솔루션을 클라우드 컴퓨팅 기반의 PaaS 위에 SaaS로 운영할 수 있도록 신속하게 마이그레이션(Migration) 해야 한다.

- 개별공장에 설치했던 솔루션을 클라우드 방식으로 전환하는 경우(KAMP 탑재) 전환 비용을 최대 7천만 원까지 지원(총사업비의 50%)한다.
- 여러 솔루션을 One Package로 SaaS로 연동하여 운영할 수 있도록 기존의 솔루션을 설계하여 개발한다.
 - 제조기업에서 ERP, MES, SCM, PLM, QMS, Big Data, AI 등 다양한 솔루션들이 하나의 클라우드 컴퓨터 전용 전산실에서 운영될 수 있도록 해야 한다.
 - 솔루션 간에 상호 운용성을 높이도록 인터페이스와 단일 데이터베이스를 사용하는 One Package로 운영되도록 공급기업은 혁신해야 한다.
 - 공급사들은 업종별, 규모별로 서로 다른 솔루션 공급사들이 연합하여 동일한 PaaS 플랫폼에서 SaaS로 연동되면서 제조기업에 One Package로 공급해야 한다.



- 스마트공장 보급·확산 사업에서 클라우드 플랫폼 사용료를 지원한다.
 - 클라우드 컴퓨팅 기반의 KAMP는 민간에서 운영하는 클라우드서비스 사업자인 NHN과 KT사가 공모 선정되었다. 또한 제조기업에 따라 다른 CSP사를 선정하여 SaaS로써 개발하면 된다.
 - CSP사의 PaaS를 이용하여 SaaS 수준의 솔루션을 제조기업들이 활용할 수 있도록 기존 솔루션의 Migration 및 신규 클라우드 서비스 보급을 지원하고, 클라우드 서비스 사용료를 3년간(소기업의 경우 5년) 스마트공장 보급·확산 사업에서 지원한다.
- 클라우드 컴퓨팅 기반 Migration & 신규 개발 절차는 다음과 같이 수행한다. 솔루션을 가진 공급기업이나 새로 솔루션을 개발하는 스타트업 및 벤처기업들은 다음과 같은 절차로 SaaS 솔루션으로 Migration 및 신규 개발하기를 권장한다.

① 실행 1: CSP사와 협업 Migration or 개발환경 협업

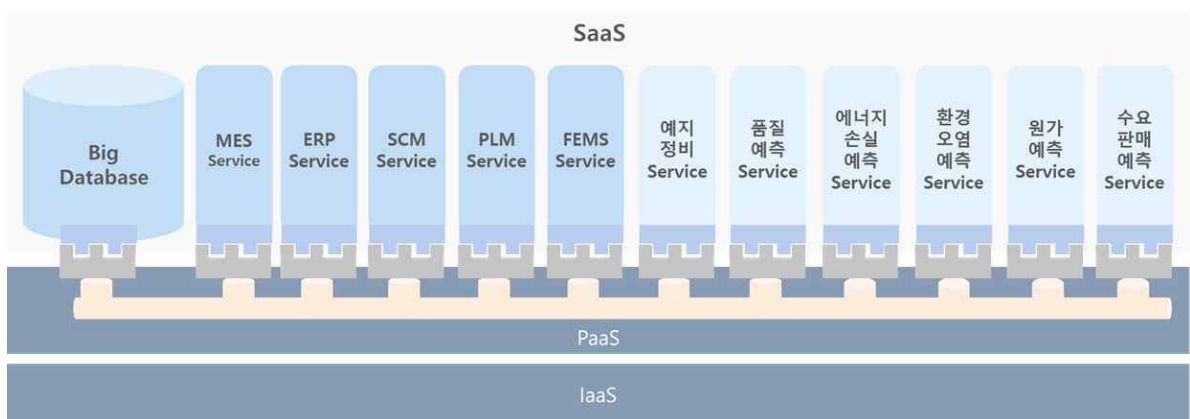
- CSP사에서 제공하는 PaaS의 핵심 기능인 OS, Middleware, Run Time Library,

API를 활용하여 공급기업의 솔루션을 SaaS로 활용할 수 있도록 Migration 한다.

- CSP사와 협업하여 PaaS에서 제공하는 라이브러리를 활용하여 최고의 성능과 안정적인 소프트웨어를 개발해야 제조기업들로부터 인정을 받아 많은 솔루션을 제공할 수 있다.
- SaaS로 Migration 및 신규 개발하고자 하는 기업들은 신속하게 CSP 개발팀과 협업하여 2021년도부터 제조기업이 활용할 수 있도록 해야 시장을 선점할 수 있다.
- 2021년도부터는 자체 전산실보다는 클라우드 컴퓨터상에서 솔루션을 공급하는 것을 우선 지원하며, AAS 기반의 제조 Raw Data를 수집 저장하는 것을 권장한다.
- 처음 솔루션을 개발하는 기업은 PaaS에서 제공하는 라이브러리를 활용하여 개발하게 되면 검증된 라이브러리를 활용하여 쉽게 솔루션을 개발할 수 있다.

② 실행 2: 다른 솔루션과의 One Package화 개발

- 제조기업에서 클라우드 컴퓨팅 기반의 전용 전산실에서 기업에 필요한 솔루션을 One Package로 활용할 수 있도록 서로 다른 솔루션 기업 간에 협업 및 계약을 수행한다.
- 제조기업에서 필요로 하는 제조 Raw Database, ERP, MES, SCM, PLM, Big Data, AI, AR/VR, Digital Twin 등 각종 솔루션 간에 쉽게 데이터를 주고, 받으면서 One Package로 공급할 수 있도록 협업하고, 상호 계약을 통한 비즈니스를 실행해야 한다.
- 예를 들어 제조 기업이 클라우드 컴퓨팅 기반의 A사의 MES를 운영하고 있는 상태에서 향후 ERP, SCM, AI 등 솔루션을 도입할 때 상호 운용성이 가능한 기업의 솔루션을 선정해야지, 새롭게 운용성을 위해 기존 MES 솔루션을 개조한다면 불필요한 비용이 소요되기 때문이다.



③ 실행 3: AAS 기반의 Raw Data 수집저장 활용

- 모든 솔루션은 제조 현장에서 측정 및 생성되는 제조 Raw Data를 실시간으로 수집하여 클라우드 빅 데이터베이스에 저장할 때 제조기업에서 사용하는 동일 장비별, 공정별 동일한 데이터 속성과 표준체계로 수집하여 저장할 수 있는 AAS(Asset Administration Shell) Template 작성 가이드 및 OPC-UA 통신방식으로 실행해야 한다.
- KOSMO에서는 AAS Template 작성 가이드 및 PLC, DCS 등 각종 제어 시스템으로부터

Edge Gateway PC를 거쳐 클라우드 기반의 Time Series Database에 저장할 수 있도록 관련 소프트웨어를 제공한다.

- Edge Gateway PC에서 데이터 수집 및 클라우드 데이터베이스에 전송하는 소프트웨어 및 클라우드 컴퓨터에서 수집하여 Time Series로 저장하는 소프트웨어를 제공한다.
- 제조 Raw Data가 체계적으로 실시간 수집하여 클라우드 빅 데이터베이스에 저장되면, 데이터를 활용하여 ERP, MES, PLM, SCM, QMS, Big Data, AI, AR/VR, Digital Twin 등 솔루션이 운영되도록 한다.

□ CSP사의 준비 및 개발 방법

- CSP 기업들은 자사의 Platform(PaaS)에 기존의 솔루션을 가진 기업이 Migration이나 스타트업들이 소프트웨어를 신규 개발하도록 기술 협업 체계를 구축하여 상호 Collaboration Business를 만들어 가야 한다.
 - One Package로 신속하게 Migration
CSP사는 공급기업들의 솔루션을 다른 CSP사 더 먼저 시장을 선점하려면 기존의 솔루션을 Migration하고, 각 솔루션 간에 상호 운용성을 가지고 One Package로써 PaaS 위에서 SaaS로 서비스할 수 있도록 상품화해야 한다.
 - 클라우드 기반의 전용 전산실 제공
제조 기업별로 전용의 전산실을 만들어 보안이 강화된 가상의 전산실에서 회사의 경영정보가 들어 있는 ERP, 제조 노하우가 들어 있는 MES, 기술 개발의 노하우가 들어 있는 PLM, 공급 및 고객을 관리하는 SCM, 제조 데이터가 들어 있는 Raw Database, 각종 AI, Big Data 등 솔루션을 운영할 수 있도록 서비스를 제공한다.
 - 클라우드 기반의 솔루션 활용 경제성 제공
자체 전산실에서 구축하는 것보다 TCO(Total Cost Ownership) 측면에서 어느 정도 경제성이 있는지? 보안이 얼마나 더 강화되고, 전산실 내 모든 소유권은 제조 기업의 것이며, 연간 가동률을 몇 % 보증하는지? CSP의 잘못으로 데이터 및 정보가 누출 되었을 때 보상비용 등 CSP를 사용하면서 제조 기업이 알아야 할 사항에 대하여 투명하고 정확한 지침이 문서로 만들어져 계약되어야 한다.
 - 사용한 만큼 지불하는 과금 체계
클라우드 컴퓨팅의 장점인 사용한 만큼 지불하는 과금 체계를 만들어 PaaS, SaaS 및 VPN 통신비용 등을 투명하게 제공해야 한다. SaaS의 과금 체계는 소프트웨어 영구 라이선스에서 연간 라이선스로 변경하고, SLA(Service Level Agreement)를 포함하여 매월 지불하는 과금 체계를 만들어 제공한다. 또한 빅 데이터베이스를 구축하는 저장 용량은 매월 단위로 사용한 만큼 지불하는 체계를 용량별로 만들어 제공한다.

□ 클라우드 기반의 스마트공장 운영 모습

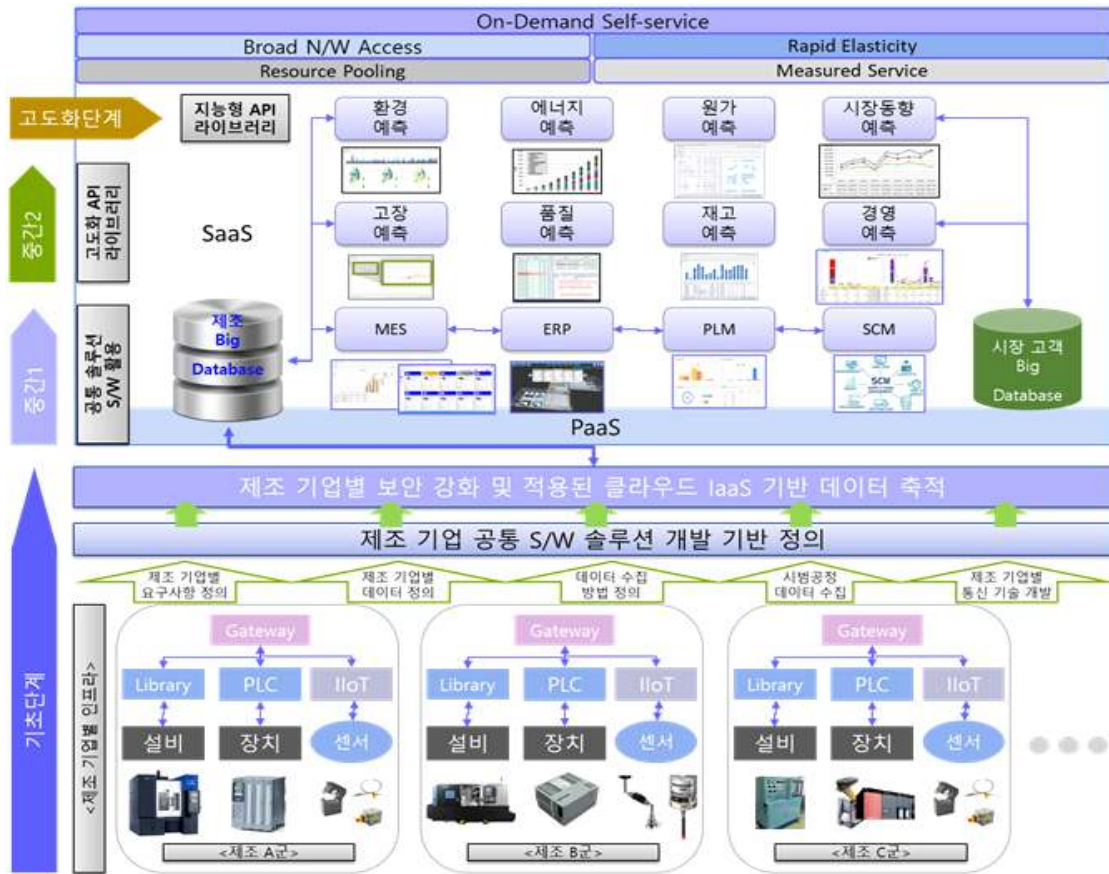
- 제조기업에 클라우드 컴퓨팅 환경을 경제적으로 운영하기 위해 다음과 같은 Use

Case를 참고하여 도입 운영한다.



[PaaS 기반의 응용 S/W 중간 2 수준 구축 예시]

- 제조 현장에서 클라우드 컴퓨팅 환경의 IaaS, PaaS, SaaS를 사용하고 스마트공장 성숙도 수준별로 다음 Use Case를 참고한다.



□ 사업 개요

- 4차 산업혁명 신기술 적용에 따른 디지털 혁신에 의한 변화 요구와 글로벌 비즈니스 환경 변화에 따라 고객의 고품질 요구와 품질 리스크가 강하게 대두됨에 따라 이를 효율적으로 대응하고 지속적 관리를 위한 스마트화 체계 구축이 필요하다.
- 고객의 고품질 요구와 품질 리스크에 효율적으로 대응하고 품질 문제 재발 방지, 품질 업무 분석과 모니터링, 문제해결 능력의 향상과 지속적인 품질 개선 체계를 구축한다.
- 품질 업무 환경의 변화를 추진하여 품질을 고려한 생산성 향상과 비용 절감, 예측/예방 품질 체계에 의한 품질 업무 디지털 변환을 추진하여 기업의 고부가가치 창출한다.

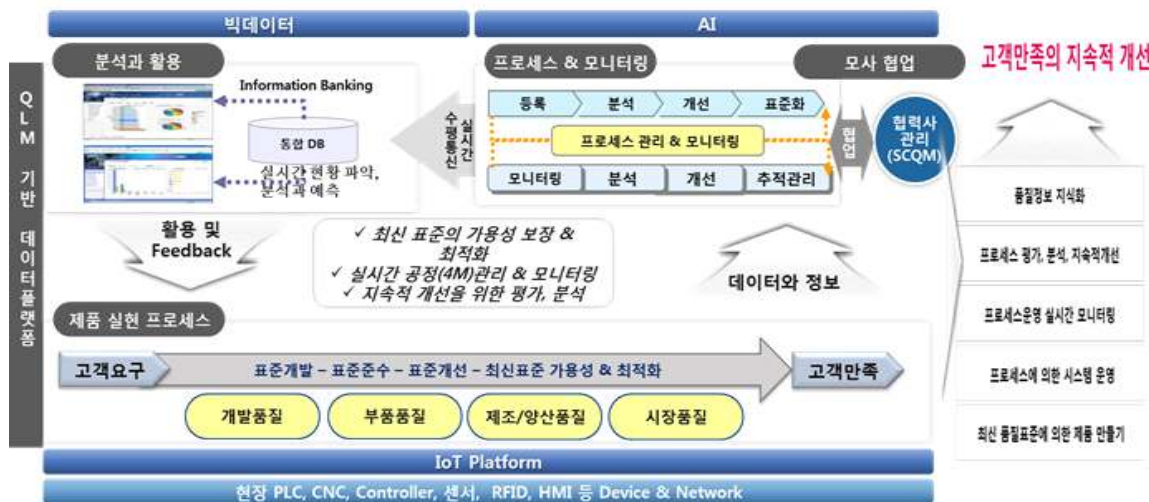
□ 현 기업 수준

- 제조회사의 매출, 이익, 생산성 등 기업 경쟁력의 원천은 품질이나 품질을 효율적으로 관리하기 위한 기본인 디지털화 체계의 구축은 미비하다. 기업 정보화 체계는 주로 CAD/CAM/PLM, ERP, MES, SCM, CRM, 그룹웨어 등의 정보시스템으로 구성되어 있다.
- 이러한 시스템을 통하여 품질에 관련된 데이터와 정보의 통합 관리 체계를 구축하기에는 한계가 있고, 기존 ERP, MES, 그룹웨어 등의 시스템에서 검사관리, 부적합관리 등 품질 업무에 필요한 몇 개의 기능을 부분적으로 정보화하여 활용하고 있거나, 대부분 엑셀에 의하여 필요한 품질 업무를 수행하고 있으며, 개발 품질, 부품 품질, 제조/양산 품질, 시장(필드/고객/서비스)품질의 품질 Life-Cycle상의 정보와 데이터의 통합 관리 정보화 체계구축은 미비한 상태이다.
- 특히, 자동차부품 업종 관련 기업들은 타 분야 업종 기업들보다 고객의 요구로 QMS를 구축하여 운영하는 업체들이 있다.
- 정보화 미비에 따른 품질 업무 관리의 어려움과 디지털화의 필요성은 다음과 같다.

현황	문제점
품질 업무 프로세스 관리와 모니터링 어려움	<ul style="list-style-type: none"> 비정형화된 품질 업무 프로세스가 많음 품질 업무 프로세스상에서 관련된 조직이 많음 품질 업무 지연과 누락이 발생
품질 표준의 변경과 최신 정보의 가용성 한계	<ul style="list-style-type: none"> 품질 표준변경에 대한 관리와 이력 관리 변경내용의 적용과 최신 정보의 현장 적용 보장이 어려움
품질 업무 모니터링, 평가, 분석의 어려움	<ul style="list-style-type: none"> 표준에 따른 업무 적용과 표준변경 모니터링 어려움 품질 데이터, 정보의 체계적인 수집, 축적, 공유 안 됨 품질 데이터, 정보의 분석과 활용이 어려움
지속적 개선 어려움	<ul style="list-style-type: none"> 지속적 개선 프로세스 운영 어려움 개선에 따른 표준적용이 체계적으로 이루어지지 않음 과거 경험의 활용과 표준적용으로 재발 방지 어려움

○ 핵심 사업

개발 품질, 부품 품질, 제조/양산 품질, 시장(고객/필드서비스)품질의 Quality Life-cycle상의 표준과 프로세스 기반 품질 데이터와 정보, 기술, 경험, 지식, Know-How 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계의 정보화 시스템을 구축한다.



< 그림1. QMS 구조 사례 >

○ 업무 내용

- 개발 품질 : 제품 개발 단계에서 품질에 관련된 개발 품질 표준과 프로세스 기반 품질 데이터와 정보, 기술, 경험, 지식, Know-How 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계의 디지털화 시스템을 구축한다.
- 부품 품질 : 제품 개발에 필요한 협력사 부품들에 관련된 부품 품질 표준과 프로세스 기반 품질 데이터와 정보, 기술, 경험, 지식, Know-How 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계의 디지털화 시스템을 구축한다.
- 협력사 품질(SCQM, Supply Chain Quality Management) : Supply Chain 상의 협력사 부품들에 관련된 부품 품질 표준과 프로세스 기반으로 협력사의 품질 데이터와

정보를 통합 관리를 위한 모사와 협력사 간의 품질 협업 관리시스템을 구축한다.

- 제조품질/양산 품질: 제품 생산 단계에서 생산 품질 표준과 프로세스 기반 품질 데이터와 정보, 기술, 경험, 지식, Know-How 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계의 디지털화 시스템을 구축한다.
- 시장품질: 고객/필드/서비스 단계에서 발생한 품질 데이터와 정보, 기술, 경험, 지식, Know-How 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계와 재발 방지 디지털화 시스템을 구축한다.
- 유통 품질: 유통업체가 상품 공급 협력업체들의 품질을 관리하기 위한 품질 데이터와 정보 등의 수집, 축적, 공유, 활용을 통한 지속적 개선 체계와 재발 방지 디지털화 시스템을 구축한다.

○ 스마트공장 목표

스마트공장 기초, 중간, 고도화 수준의 정보화 체계구축을 통한 4차 산업혁명 신기술 적용을 통하여 기업의 품질 업무 디지털 변환을 통한 고부가가치 창출이 목표이다.

- 개발 단계에서 고객 서비스까지 제품 Life-Cycle 전 단계에서 품질 업무 프로세스 기반 데이터에 의한 Quality Life-Cycle상의 통합 관리 품질 혁신 인프라 구축, 운영에 의한 디지털 혁신 추진의 기반을 조성한다.
- 축적된 데이터 기반 평가, 분석, 모니터링으로 재발 방지, 잠재된 문제점과 이상징후 가시화로 예측/예방 품질 체계를 구축한다.
- 고도화 단계에서 AI, 빅데이터, AR/VR, Digital Twin 등의 4차 산업혁명 신기술 도입을 통한 디지털 혁신에 의한 부가가치를 창출한다.

□ 기초 수준

기초 단계는 개발 품질, 부품 품질, 제조/공정품질, 시장품질의 Quality Life-Cycle 상 각 단계의 분야에서 엑셀이나 수기로 처리하는 품질 업무의 디지털화 체계구축을 목표로 기업의 품질 업무 특징과 여건을 고려하여 선택적 범위로 추진한다.

○ 기초 수준 단계에서의 아래의 공통 적용 프로세스는 구축되어야 한다.

- 부적합관리와 시정 및 예방조치 프로세스 관리 정보화 체계
- 재발 방지 프로세스 정보화 체계
- 프로세스가 관리되고 모니터링이 가능한 정보화 체계

□ 중간 1수준

기업 현장의 특성에 맞게 "기초단계"를 구축하고 생산 현장을 자동화 및 디지털화 하면서 제조 데이터를 수집·저장하고 실시간으로 모니터링하는 수준이다.

○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

기초 단계에서 수립한 Master Plan을 기초 단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 1 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

- 중간 1수준 단계는 기초 단계에서 확장하여 개발 품질, 부품 품질, 제조/공정품질, 시장품질의 Quality Life-Cycle 상 전 단계로 확장된 통합정보관리 체계를 구축한다.
- 개발 품질, 부품 품질, 제조/공정품질, 시장품질의 Quality Life-Cycle상의 전 단계 통합정보관리 체계에 따른 확장 적용 프로세스는 아래와 같다.
 - 부적합관리와 시정 및 예방조치 프로세스 관리 정보화 체계
 - 재발 방지 프로세스 정보화 체계
 - 표준관리 프로세스
 - 변경관리 프로세스
 - 프로세스가 관리되고 모니터링이 가능한 디지털화 체계
- 기초 수준에서 구축한 시스템에서 데이터와 정보의 모니터링, 평가, 분석, 지속적 개선 체계로 확장하여 구축한다.
- * (예시) 기초 수준에서 구축한 시스템이 제조/공정품질 시스템일 때 검사 데이터, 공정관리, 공정 조건, 작업조건 등의 데이터와 정보의 통계적 분석에 의한 평가, 분석, 모니터링 디지털화 체계를 구축하여 확장한다.

□ 중간 2수준

기업 현장의 특성에 맞게 “기초 + 중간 1단계”를 구축하고 축적된 데이터를 분석 및 활용할 수 있는 Big Data, AI, Digital Twin 등 각종 솔루션을 도입하여 생산 현장을 자동으로 실시간 제어가 되도록 구축한다.

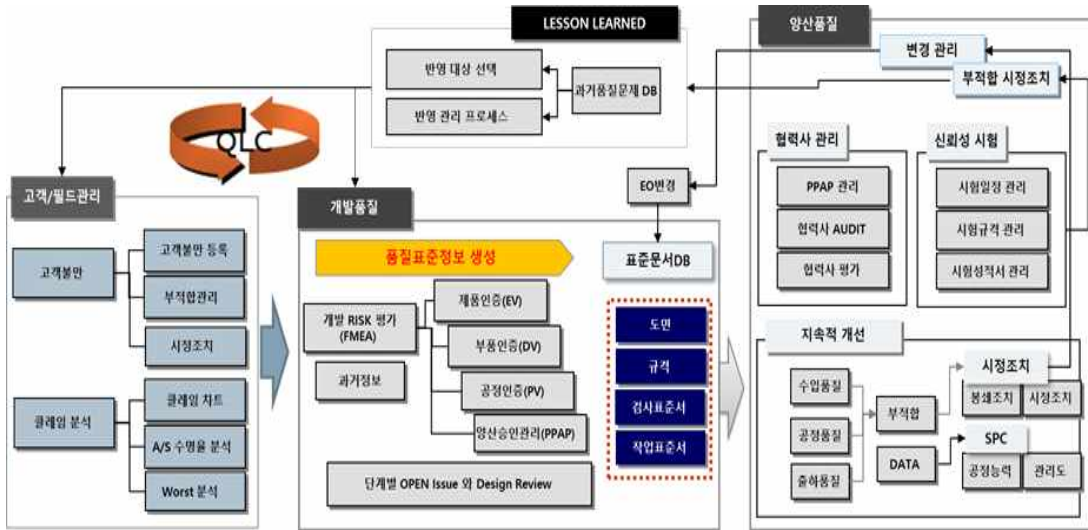
○ 계획 수립 : Master Plan Upgrade

중간 1단계를 실행 후 변경사항에 대하여 종합 계획을 수정하고 “중간 2 단계” 수준을 달성하기 위해 수립된 과제를 실행한다.

○ 지속적 개선 체계구축

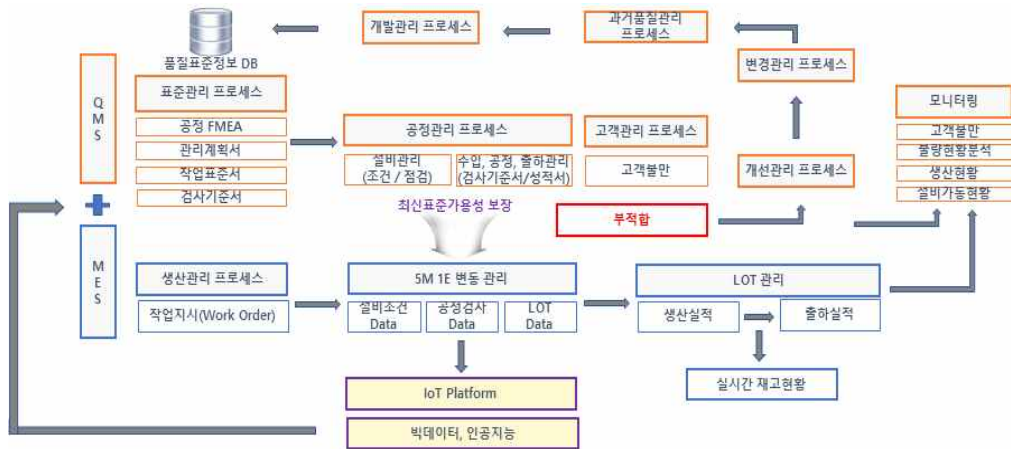
기초 수준, 중간 1수준에서 구축한 시스템에서 데이터와 정보의 모니터링, 평가, 분석, 지속적 개선 체계 등으로 확장 구축한다.

- 아래 그림은 중간 2수준으로 구축한 QMS 구축 Use case이다.



[QMS 구조 사례]

- 아래 그림은 중간 2수준으로 구축한 QMS와 MES 연계 확장 구축한 Use Case이다.



[QMS와 MES 시스템 연계 구축 사례]

- 품질 데이터와 정보의 모니터링, 평가, 분석, 지속적 개선 체계 등으로 확장 구축한 내용이다.
- 공정품질 개선을 위한 지속적 개선 및 공정 조건 최적화 개발
 - 공정관리의 공정의 조건 인자 데이터 관리 체계
 - 공정인자 수준에 의한 제품 특성 수준의 동적 비교에 의한 공정표준 개발
- 통계분석 기반의 공정정보 분석 시스템 구축
 - 공정의 실시간 데이터를 연동한 통계분석 시스템 구축

- 혼합관리도, 상관분석, 회귀분석을 이용한 최적 공정관리 특성값 관리
 - 실시간 Data와 연동하여 Drill down 가시화 기법에 따른 핵심 품질지수 관리
 - 공정 Data를 기반으로 다차원 품질요인 분석 및 예지화 구축
- 공정표준의 정합성 관리와 최적 관리를 위한 통계적 분석
 - 공정표준 부류의 최 신본 관리와 상호 정합성 관리 및 모니터링 체계
 - 공정표준의 최적 관리를 위한 통계적 분석

□ 고도 수준

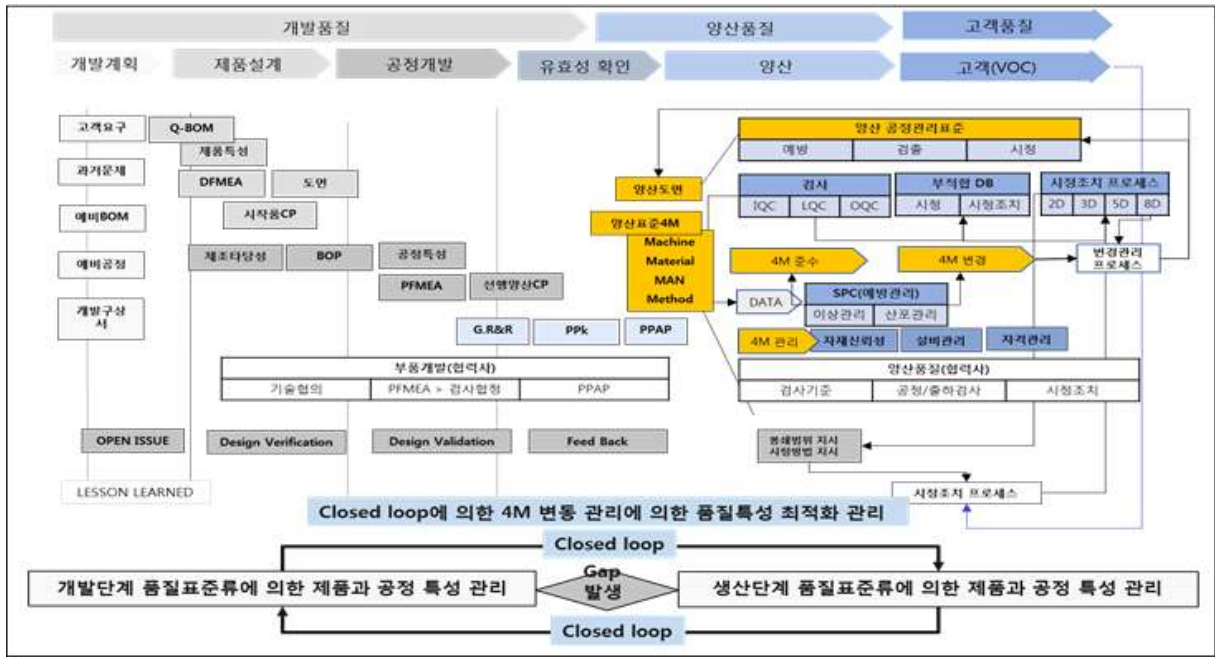
- 기초 수준, 중간 1수준, 중간 2수준에서 구축된 개발 품질, 부품 품질, 제조/공정품질, 시장품질, 협력사 품질 협업의 Quality Life-Cycle상의 전 단계에서 프로세스 기반, 데이터 중심의 통합 정보관리 체계에 AI, Big Data, AR/VR, RPA 등의 신기술 솔루션을 도입하여 품질 디지털 변환에 의한 새로운 부가가치 창출을 위한 시스템 구축
- 실시간 공정분석 모니터링 및 지능형 분석 개발한다.
 - 수집된 공정 제어 정보와 데이터를 통하여 제품 특성(y) 와 공정특성(x)의 통합한 공정관리 수행
 - 공장 전 공정의 공정능력을 총괄 관리 및 모니터링
 - 주요 품질 문제 발생 공정, 공정능력이 낮은 공정에 대한 상관분석과 회귀분석을 통한 최적값을 산출하여 관련 공정표준에의 반영을 통한 최적화 체계



[실시간 공정분석 모니터링 및 지능형 분석 사례]

- 품질 Digital Twin 추진
 - 개발 단계 품질 표준분류 때문에 모델화된 품질특성이 생산 단계에서 품질특성의

변동을 관리, 평가, 분석, 모니터링하여 생산 단계 4M의 변동원인지를 추적, 관리하여 개발 단계 품질특성과 생산 단계 품질특성의 최적화를 추진 체계를 구축한다. 개발 단계 품질 표준분류에 의한 품질특성 관리와 생산 단계에서 품질특성의 변동을 모니터링, 분석 파악하여 4M의 변동 관리를 통한 생산 조건 최적화와 생산 단계 품질특성 관리의 품질 Digital Twin 개념의 사례이다.



[QMS Digital Twin 사례]