

스마트공장 표준 정책 및 실증 심포지움

# 스마트공장 국가표준코디네이터 추진 방향

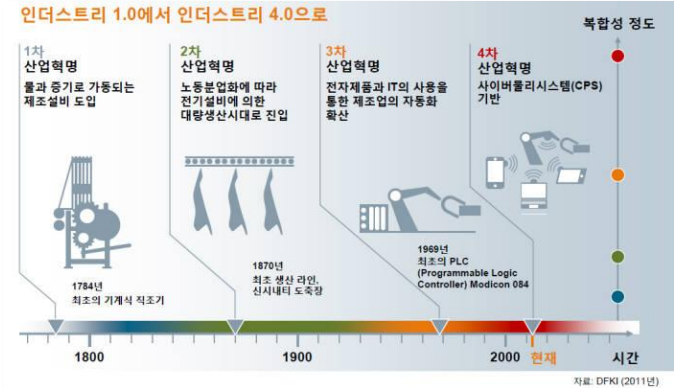
2015. 7. 22

김형철

스마트공장 국가표준코디네이터  
국가기술표준원

# 스마트 산업혁명의 국외 동향

- **제조업과 ICT의 융합** ⇒ 제조 생태계의 네트워크화·지능화
- 소품종 대량생산 ⇒ 다품종 유연생산의 효율성
- 제조공정 시뮬레이션을 통한 생산비용 경쟁력
- 제조설비부터 비즈니스까지 전사적 초연결 ⇒ 효율성
- **독일의 Industrie 4.0 전략이 스마트 산업혁명의 도화선**



## 『Industrie 4.0』을 통한 스마트팩토리 전략 추진 ('12)

제조설비+IoT+CPS\* ⇒ 맞춤형 유연생산, 제조공정 시뮬레이션 기반 효율 생산

Industrie 4.0의 표준화 로드맵 v1.0 개발 ('14.4)

참조 구조 모델 (Reference Architecture Model, RAMI4.0) 개발 ('15.4)



## 『첨단제조기술 (Advanced Manufacturing Technology)』 전략 추진 ('12)

3D 프린팅 + 디지털 디자인 역량 강화 ⇒ 시제품 제작기간·비용 절감, 스타트업 촉진  
해외 생산기지 구축 (오프쇼어링) ⇒ 자국으로 생산기지 U-턴 (리쇼어링) 전략 전환  
제조혁신을 통한 제조업 효율화 정책, 제조 R&D 강화



## 『중국제조 2025』 전략 추진 ('14)

장비핵심기술 강화, 제품의 품질혁신 ⇒ 독일 Industrie 4.0을 벤치마킹  
소재·부품·공정·산업기술 등 4대 기반 강화를 위한 '공업기반 강화 중장기 계획 발표  
심천을 중심으로 민간 자생적 신기술 제조기반 스타트업의 메카로 부상



## 『산업재흥(産業在興)』 플랜을 기반으로 한 산업구조혁신 ('13)

범부처 전략적 혁신진흥사업(Strategic Innovation Promotion Program)으로 인프라혁신  
스마트제조 데이터 모델과 관련된 표준화에 강한 의지

\* CPS(Cyber Physical System, 사이버물리시스템) : Reactive, Concurrency, Feedback control of physical, Real-time computing이 특징

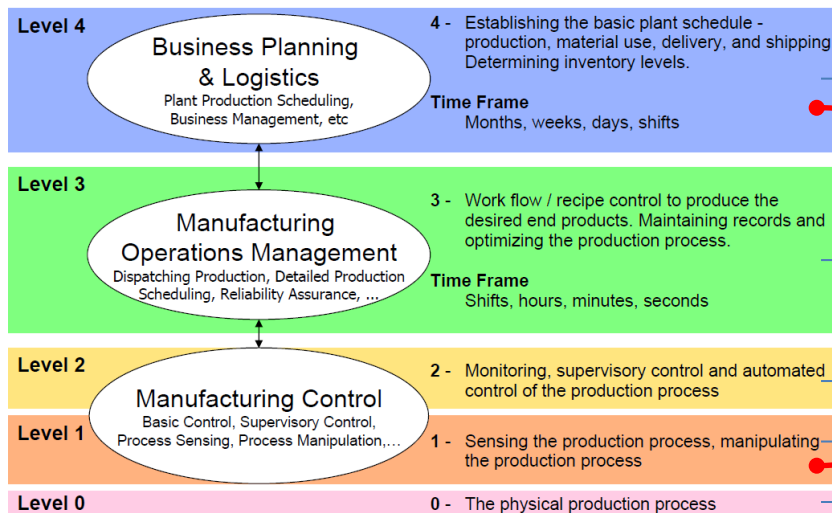
# 공장자동화 및 스마트공장 관련 국제표준화 동향

표준 기구/단체	명 칭
IEC TC 65	산업 공정 측정, 제어 및 자동화 (Industrial-process measurement, control and automation)
TC 65/SC 65A	System aspects
TC 65/SC 65B	Measurement and control devices
TC 65/SC 65C	Industrial networks
TC 65/SC 65E	Devices and integration in enterprise systems - <a href="#">IEC 62264 (제조 프로세스 통합 모델)</a>
TC 65/WG 16	Digital Factory
TC 65/WG 19	Life-cycle management for systems and products used in industrial-process ...
ISO TC 184	자동화 시스템 및 통합 (Automation systems and integration)
TC 184/SC 1	Physical device control
TC 184/SC 2	Robots and robotic devices
TC 184/SC 4	Industrial data
TC 184/SC 5	Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation...
ISO/IEC JTC 1/SWG 3	스마트 머신 (Smart machine)
ISA	국제 자동화 협회 (International Society of Automation) - <a href="#">ISA-95</a>
MESA	제조 전사적 솔루션 협회 (Manufacturing Enterprise Solutions Association)
<b>IEC SMB SG 8</b>	<b>Industrie 4.0 – Smart manufacturing (14.8)</b>
ISO/IEC JTC 1	
JTC 1/WG 9	Big data
JTC 1/WG 10	IoT
JTC 1/SC 38	Cloud computing

# 국제표준화 동향 – IEC SMB SG 8 (Industrie 4.0 – Smart Manufacturing)

- IEC에서 SMB산하에 독일 Industrie 4.0을 대응하기 위하여 전략그룹 SG 8신설 ('14.8)
- SG 8의 참조모델 개발을 위해 **제조 프로세스 통합 표준인 IEC 62264/ISA-95 검토했으나 한계점 지적**
  - 예) IoT·CPS기반 유연생산을 위해 레벨 4 도메인(Biz)과 레벨 1 도메인(센싱·제어)의 직접 소통이 필요

<IEC 62264 제조 프로세스 통합모델의 레벨 정의>



출처 : ISA

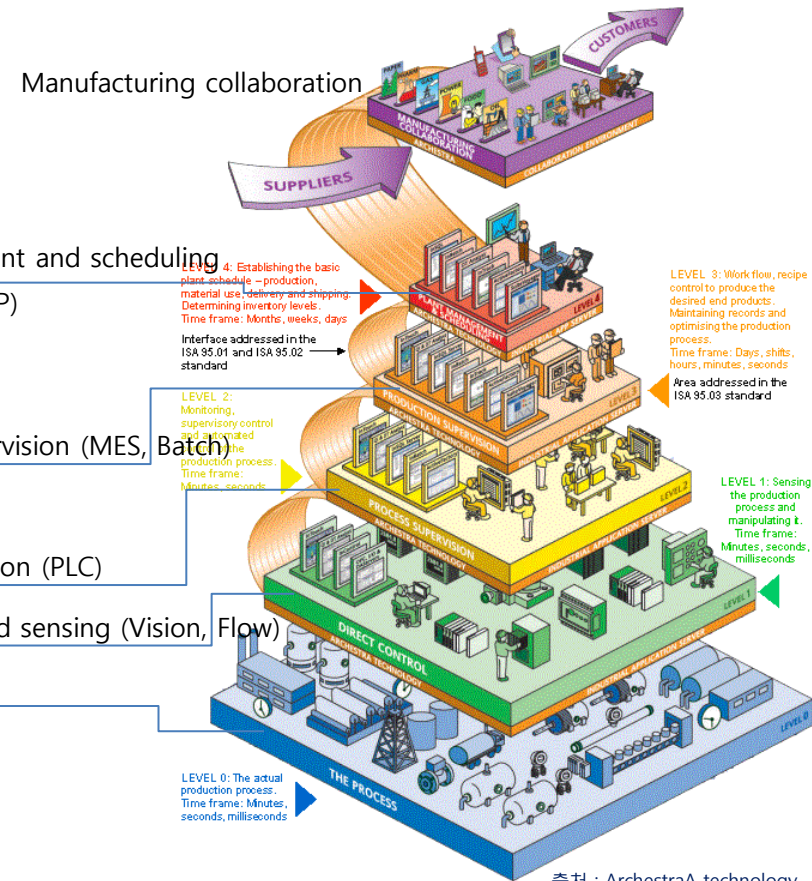
Plant management and scheduling  
(ERP)

Production supervision (MES, Batch)

Process supervision (PLC)

Direct control and sensing (Vision, Flow)

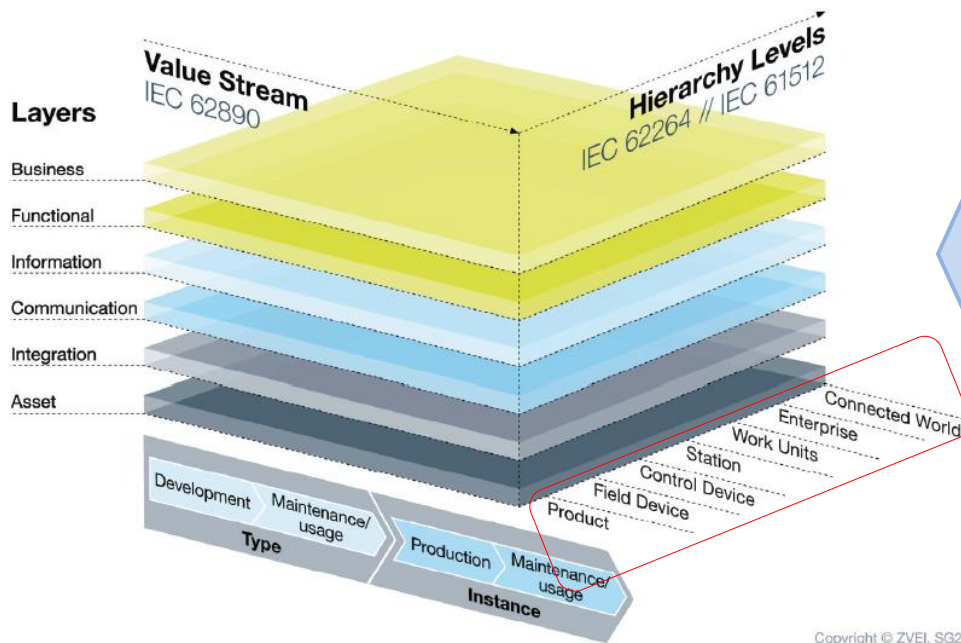
The process



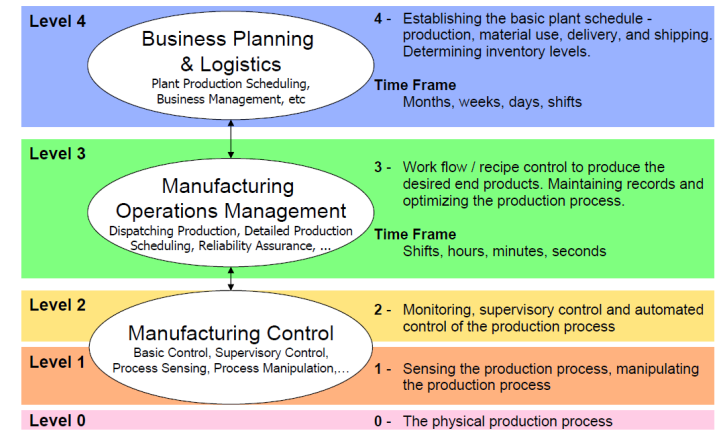
# 국제표준화 동향 – Industrie 4.0의 참조 아키텍처 모델 RAMI4.0

- 3차원 입체적 모델 ⇒ 프로세스 관점(Hierarchy levels) + 라이프사이클 관점(Value stream) + 다양한 뷰(Layers)
- IEC SMB SG 8에서 RAMI4.0은 스마트제조에서 요구하는 사항을 만족하는 것으로 판단
- IEC SMB **SG 8 참조 아키텍처 (RA)**는 **RAMI4.0**을 기반으로 하여 개발키로 의결 (15.3)

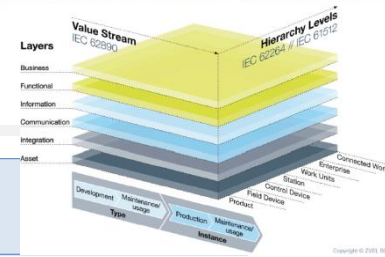
<Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0)>



<IEC 62264 제조 프로세스 통합모델>



# 국제표준화 동향 – Industrie 4.0과 국제표준의 관계



표준 기구/단체	제조 프로세스	산업용데이터 라이프사이클	명 칭
IEC SMB SG 8	Industrie 4.0 – Smart Manufacturing		Industrie 4.0 표준화 대응 위한 전략그룹 ('14.8)
IEC TC 65			산업 공정 측정, 제어 및 자동화
TC 65/SC 65A	○ IEC 61512		Batch control
TC 65/SC 65E	○ IEC 62264 *		Enterprise-control system integration
TC 65/WG 16		○	디지털 팩토리
TC 65/WG 19		○ IEC 62890 <sup>†</sup>	Life-cycle management for systems and products...
ISO TC 184			자동화 시스템 및 통합
TC 184/SC 4		○ ISO 10303 <sup>**</sup>	STEP <sup>††</sup> , Product data representation and exchange
TC 184/SC 5	○ ISO 62264		Enterprise-control system integration
ISO/IEC JTC 1/SWG 3			스마트 머신 연구그룹
ISA			국제 자동화 협회
	○ ISA-95		Enterprise-control system integration
	○ ISA-88		Batch control
MESA			제조 전사적 솔루션 협회
	○ MESA-11		Manufacturing Enterprise Solutions Association
ISO/IEC JTC 1			
JTC 1/WG 9		빅데이터	
JTC 1/WG 10		IoT	
JTC 1/SC 38		클라우드 컴퓨팅	

\* MES (Manufacturing Execution System, 제조 운영관리) : 생산 설비의 제어 동작 정의, 프로세스 최적화

\*\* PLM (Product Life Cycle Management, 제품 생애주기 관리) : 제품설계도·BoM·도면·문서 등의 교환, 기획설계·생산·유통 소 생애주기 관리

<sup>†</sup> IEC 62890 : Life-cycle management for systems and products used in industrial-process measurement, control and automation (CD승인 검토 중, '15.1)

<sup>††</sup> STEP : Standard for the Exchange of Product model data, 제품의 제조정보 교환을 위한 표현형식 표준

ISO 10303 : Industrial automation systems and automation – Product data representation and exchange



# 국내 동향 - 『제조업 혁신 3.0 전략』

- 정부는 제조업 혁신 3.0 전략 발표 ('14.6), 구체적인 실행 대책 발표 ('15.3) – 2020년까지 1만개 공장의 스마트화
- 제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 **전 과정을 IT 기술로 통합, 최소비용·시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산**
- ☞ **궁극적으로 IoT, CPS를 기반으로 제조 전 단계가 자동화·정보화되고 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동**



\* 8대 스마트제조 기술 : CPS, IoT, 빅데이터, 스마트센서, 3D 프린팅, 홀로그램, 에너지절감 기술, 클라우드

# 스마트공장 보급·확산 - 공장역량에 따라 4단계로 점진적 스마트화 추진

- 국내 중소·중견 제조기업의 여건을 고려한 현실적 접근
- 보급·확산용 수준별 참조 모델 개발 (현존하는 ICT 기술 바탕) - 기계부품 조립 등 11개 업종, 설비 인터페이스

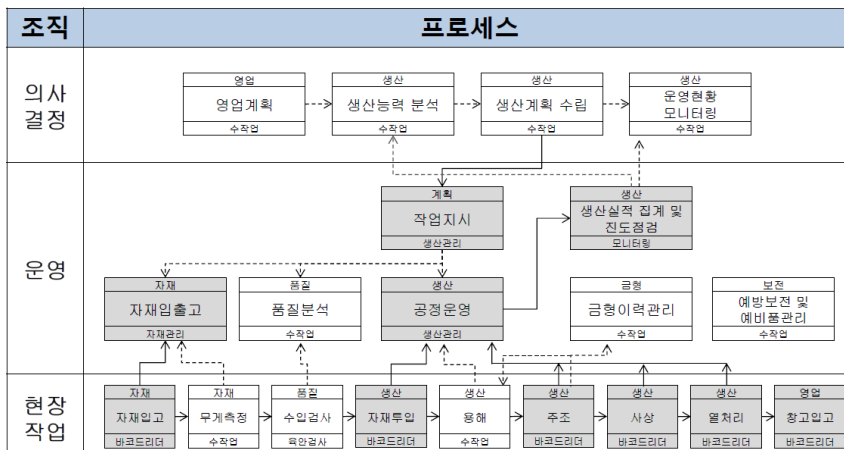
구분	기초 ⇨	중간1 ⇨	중간2 ⇨	고도화
공장 운영	생산 이력·불량 관리	실시간 생산 정보 수집·관리	실시간 공장 자동 제어	설비·시스템의 자율 생산
자동화 설비	바코드·RFID 등 활용	센서 등 활용 설비관리	PLC 등을 통한 실시간 시스템 연동	다기능 지능화 로봇과 시스템간 유무선 통신
기업 수준	대다수 중소기업	선도 중소·중견기업	대기업	일부 대기업 및 해외 선도기업 (지멘스, 테슬라 등)

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도화	IoT/IIoT기반의 CPS화				인터넷 공장 상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/설계·개발 가상시뮬레이션 3D프린팅	
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	기초정보/기술정보 생성 및 연결 자동화	다품종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기초정보/기술정보 개발 운영	다품종 생산 협업
기초수준	설비집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운용	CAD 사용 프로젝트 관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

## < 주요 공정 - 기초수준 >

### 업무 흐름도와 정보화의 범위

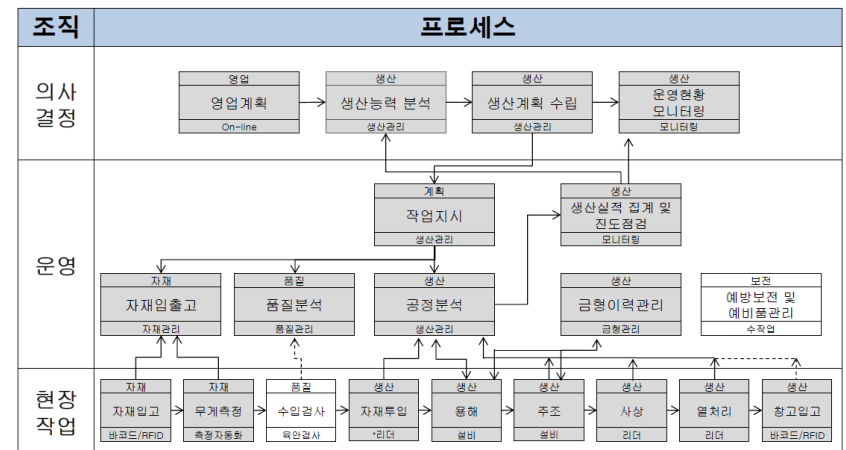
<범례>  
 실선 : 정보연결 자동화  
 점선 : 정보연결 반자동  
 파란색 박스 : 제어 자동화  
 회색 박스 : 정보집계 자동화  
 백색 박스 : 수동 운영



## < 주요 공정 - 중간수준1 >

### 업무 흐름도와 정보화의 범위

<범례>  
 실선 : 정보연결 자동화  
 점선 : 정보연결 반자동  
 파란색 박스 : 제어 자동화  
 회색 박스 : 정보집계 자동화  
 백색 박스 : 수동 운영



\* 자재에 부착된 바코드 또는 RFID Tag를 읽는 장치



# 스마트공장 보급·확산 - 보급 주요 솔루션 및 동향

## ○ 스마트공장 보급 핵심 솔루션

- MES (Manufacturing Execution System) : 생산계획과 제조 공정 최적화 등 단일 공장 내 스마트화
- PLM (Product Life Cycle Management) : CAD 도면, 문서 교환, 업그레이드 정보를 통한 공장 내, 외주업체 공장-공장간 스마트화
- SCM (Supply Chain Management) : 물류, 유통에 대한 스마트화
- ERP (Enterprise Resource Planning) : 전사적 자원 관리, 회계, 원가 관리

### 2015년도 ICT융합 스마트공장 보급확산(업종별) 지원사업 공고

#### □ 스마트공장 주요 구축 지원분야

- 현장 자동화 및 공장운영, 제품개발, 공급사슬관리, 기업자원관리 등이며, 장비 구입은 시스템 연동 장비로 제한

<스마트공장 구축 주요 지원 분야>

분야	주요 솔루션	지원 내용
현장 자동화 / 공장 운영	MES	솔루션 및 연동 디지털 자동화장비
제품개발	PLM	솔루션 및 연동 CAD/CAM
공급사슬관리	SCM	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템
기업자원관리	ERP	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템

### 2015년도 뿌리기업 자동화·첨단화 및 ICT융합 스마트공장 보급·확산(모델공장) 지원사업 공고

<스마트공장 구축 주요 지원 분야>

분야	대표 솔루션	지원 내용
현장 자동화/공장운영	MES	솔루션 및 연동 디지털 자동화 장비 등
제품개발	PLM	솔루션 및 연동 CAD/CAM 등
공급사슬관리	SCM	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템 등

#### □ 지원 내용

구분	지원예산	지원한도	지원기간	지원방식
자동화·첨단화지원	20억원	총사업비의 50%, 최대 1억원	최대 10개월	지정공모
스마트공장 구축지원	8억원	총사업비의 50%, 최대 1억원	최대 6개월	지정공모

\* 자동화·첨단화 지원과 스마트공장 구축지원 연계시 최대 2억원

## ‘14년 추진사업 성과

### ○ 구축 시스템

구분	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리	복수시스템	총계
비율(%)	83.0	9.0	2.6	1.1	4.3	100

### ○ 구축 결과(스마트화 수준)

구분	기초	중간 1	중간 2	고도화	총계
비율(%)	82.3	15.2	2.5	0	100

### ○ 업종별 지원현황

구분	자동차부품	금속	화학	기계	통신	제지	전자	전기	섬유	기타	총계
비율(%)	26.4	25.6	9.0	9.4	2.5	1.4	6.9	3.6	1.8	13.4	100

# 동향분석을 통한 시사점

## ○ 국제표준의 방향 ⇒ 미래형 스마트공장 기술 중심 ⇒ **궁극적인 고도화 수준의 영역**

- 독일 Industrie 4.0 ⇒ IEC ⇒ 제조 프로세스만의 관점에서 벗어난 데이터 모델과 가치사슬 계층의 입체적 관점
- IoT와 CPS를 토대로 하는 Industrie 4.0의 RAMI4.0 기반의 IEC 참조모델 방향성

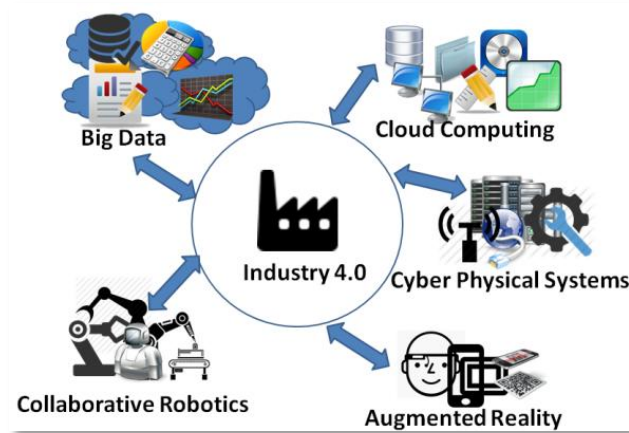
## ○ 국내의 스마트공장 보급 방향 ⇒ 기업의 현실을 감안한 수준별 보급 정책 ⇒ **확장성 확보 필요**

- 현실 수준에 맞는 스마트공장 구축을 촉진하되 확장성을 위한 상호운용성 표준 정의 필요
- 국내 솔루션들이 표준 호환성을 갖추도록 유도

## ○ 한국 제조업혁신 3.0 전략을 초기부터 국제표준과 방향성 일치 ⇒ **국내 현실과 국제표준 사이의 갭 연결 필요**

- 한국형 스마트공장 참조모델을 RAMI4.0의 모델에서 출발 ⇒ 보급·확산을 통한 업종별 사례를 반영하여 구체화
- 고도화 기술인 IoT, CPS, 빅데이터 등의 R&D 결과가 참조모델에 흡수·반영되도록 표준과 R&D를 긴밀히 연계

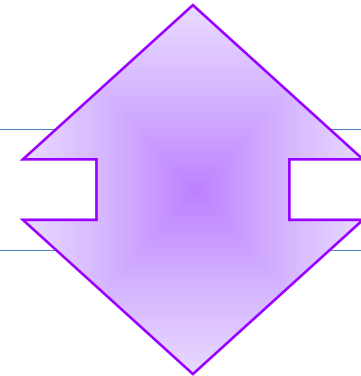
# 추진전략 - 개념



## 국제표준화 현장 “미래형 스마트공장”

IEC SMB SG 8 –  
Industrie 4.0  
Smart Manufacturing

국제표준화 경쟁 위한 R&D 연계



## 국내 제조기업 현장 “중소·중견기업 고도화”

『제조업혁신 3.0 전략』

- ICT 미적용 → 기초 수준
- 기초수준 → 중간1 수준
- 기업의 제한된 투자예산

체계적 확산 위한 표준 활용 방안



# 추진전략 - 개요

## 민간 자율확산 추진을 위한 표준기반 활동 전개

- 업종별 맞춤형 표준 개발
- 광역연계형 표준확산 네트워크 구축
- 스마트공장 인증체계와 표준 참조 모델 공조위한 코디네이션
- 민관합동 스마트공장 추진단 활동을 통한 스마트공장 보급확산 사업과 긴밀한 연계

## 미래 스마트공장의 표준 대응체계 구축

- 스마트공장 표준기반 R&D 로드맵 개발
- 고도화 기술 (CPS, IoT, 빅데이터) R&D와 국제표준화 연계될 수 있도록 공조
- R&D와 실증 모델을 기반으로 한 한국형 스마트공장 표준 아이템 발굴

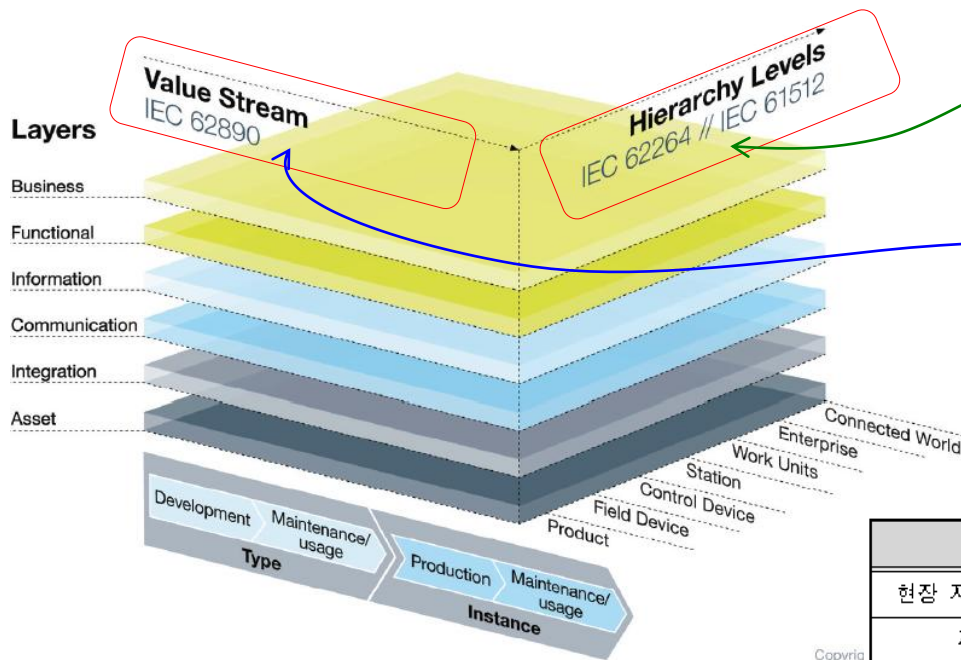
## 제조업 혁신 3.0 전략을 초기부터 국제표준 동향과 연계

- 표준 참조모델 개발 밑그림을 IEC SG 8의 참조모델 개발방향과 동조 (RAMI4.0)
- 공정프로세스-산업용데이터-역할부의 3차원 관점의 표준 참조모델 지향
- 국내 성공사례·실증사례를 업종별 모델링하여 참조모델 구체화

# 추진전략 - 제조업 혁신 3.0 전략과 국제표준 방향성 연계

- 제조업 혁신 3.0의 스마트공장 보급확산의 MES와 PLM은 RAMI4.0의 두 축으로 매핑 가능
- 스마트공장 참조모델 : 프로세스-데이터-라이프사이클-역할부의 3차원 입체모형을 근간으로 시작
- 산업별로 보급·적용하는 실증 사례 ⇒ 한국 실정을 반영한 한국형 참조모델 구체화

<Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0)>

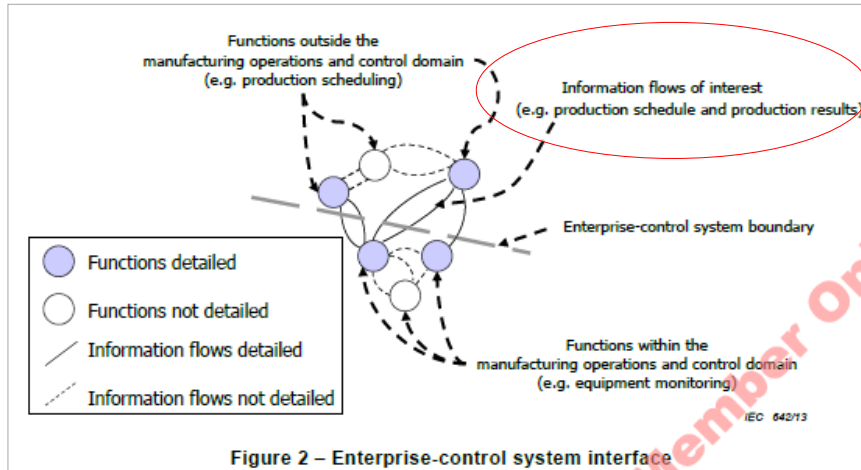


표준 기구/단체	제조 프로세스 (MES)	산업용데이터-라이프사이클 (PLM)
IEC SMB SG 8	Industrie 4.0 – Smart Manufacturing	
IEC TC 65		
TC 65/SC 65A	● IEC 61512	
TC 65/SC 65E	○ IEC 62264	
TC 65/WG 16		
TC 65/WG 19		
ISO TC 184		
TC 184/SC 4		
TC 184/SC 5		
ISO/IEC JTC 1/SWG 3		
ISA		
	○ ISO 62264	
	○ ISA-95	
	○ ISA-88	
MESA		
	○ MESA-11	
		○ IEC 62890*
		○ ISO 10303

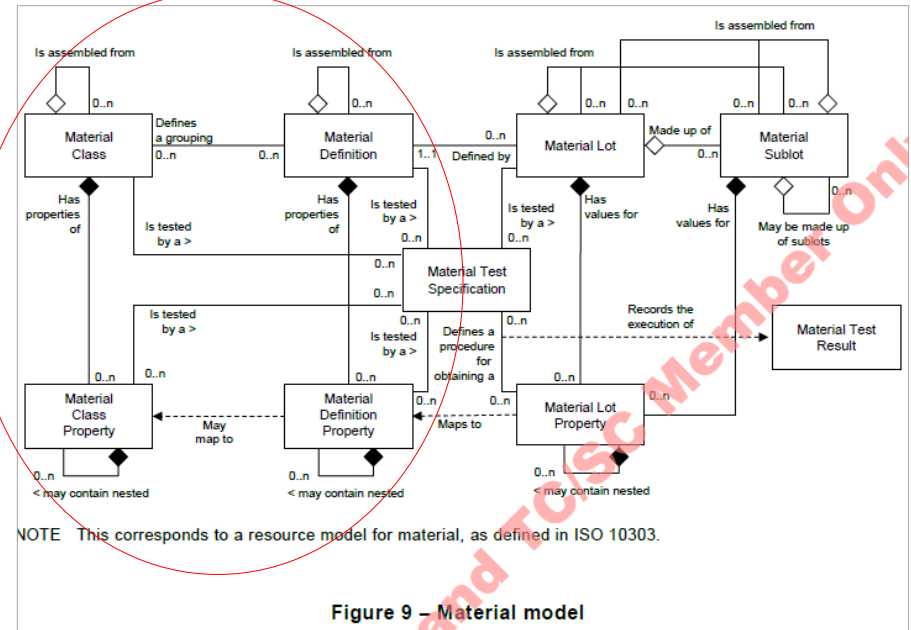
<스마트공장 구축 주요 지원 분야>

분야	대표 솔루션	지원 내용
현장 자동화/공장운영	MES	솔루션 및 연동 디지털 자동화 장비 등
제품개발	PLM	솔루션 및 연동 CAD/CAM 등
공급사슬관리	SCM	솔루션 및 연동 바코드 또는 RFID 시스템 등

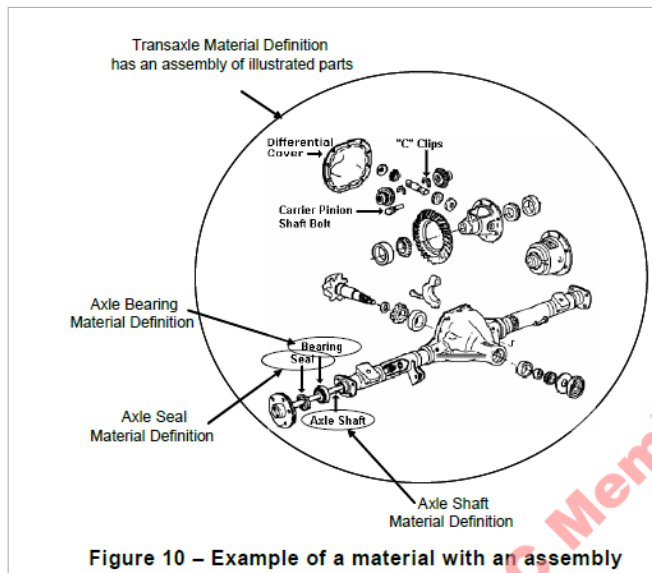
## IEC 62264의 정보 모델 – MES와 PLM의 상호운용 I/F의 잠재성



**Figure 2 – Enterprise-control system interface**



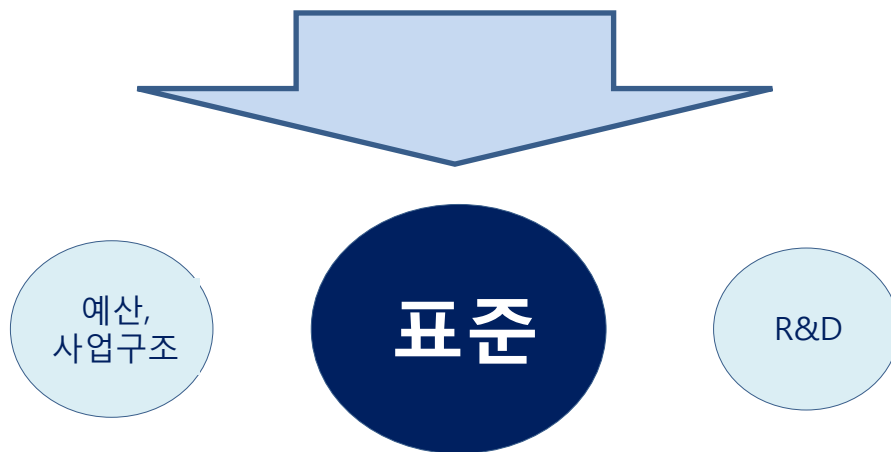
**Figure 9 – Material model**



**Figure 10 – Example of a material with an assembly**

# 중소 제조기업 현장의 목소리와 과제

- 과거에 IT 기업은 제조업 현장에 솔루션만 설치해주고 떠났다. **그들만의 언어로 UI와 메뉴를 구성했다. 사용 X**
- **업종 특성 생산 현장을 이해하지 못하는 간극이 크다.** 도메인 경험이 많은 IT 기업이 필요하다.
- **제한된 예산 내 우선 순위**에 따라 도입 솔루션의 일부 필수기능 제외해야 했다. **추후 확장 가능한 체제 필요하다**
- MES를 통해 생산 현장의 데이터는 쌓여나간다. **데이터 분석을 통한 공정 개선 피드백이 필요하다.**
- **최상위 시스템에 따라 최하위 센서까지도 결정될 수 있다.** 이 수직적 종속성을 풀어야 중소 공급기업의 기회도, 수요 기업의 합리적인 가격도 가능할 것이다.

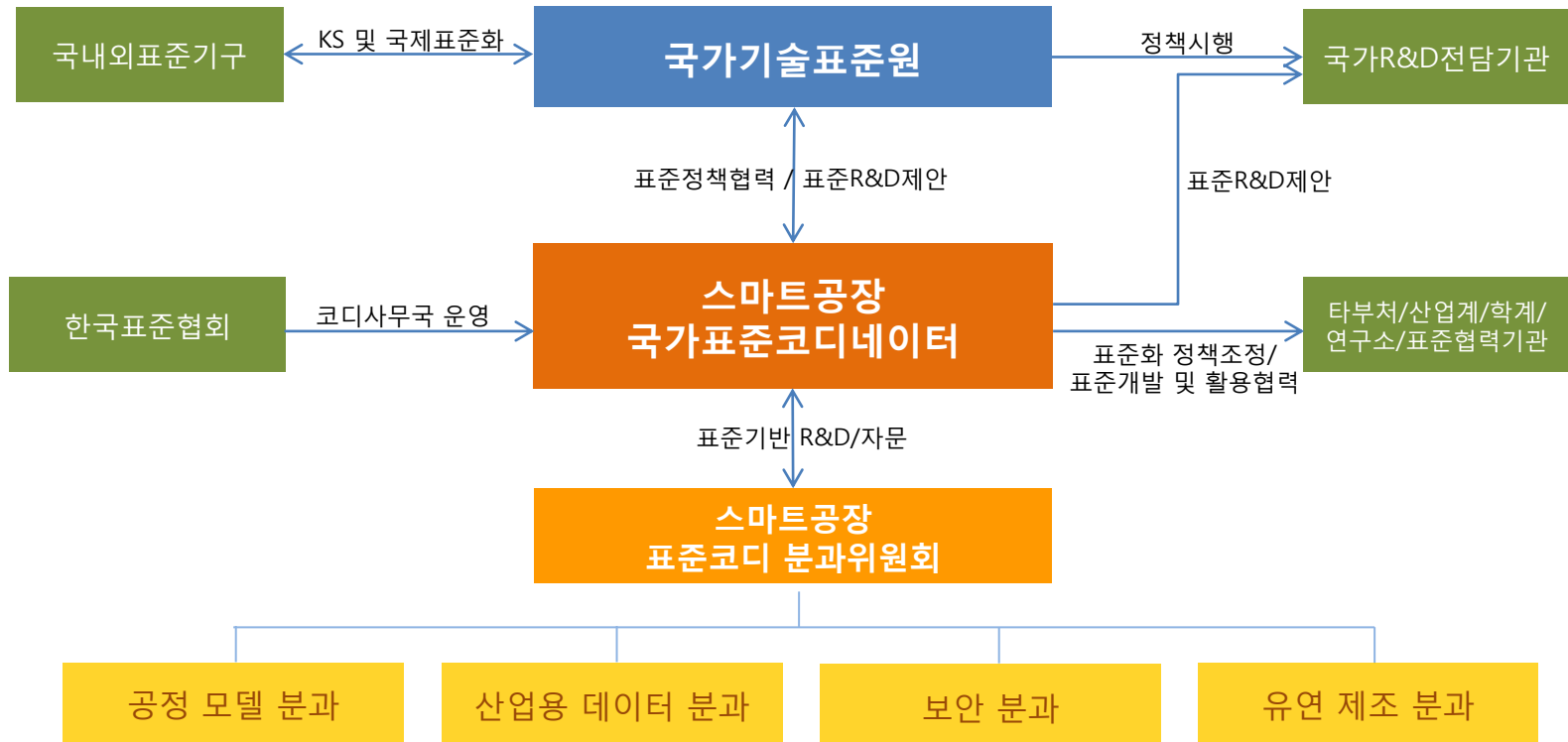




# 추진체계

## ○ 분과 구성

- 참조모델 측에 맞도록 **제조프로세스 분과**, **산업데이터 분과**로 구성
- 고도화 기술 (CPS, IoT, 빅데이터) R&D가 표준에 흡수될 수 있도록 **유연제조 분과** 구성
- 스마트공장 데이터 보안을 위한 **보안 분과**



8대 스마트제조 R&D 연계  
 - CPS  
 - IoT  
 - 빅데이터

# 마무리

---

## ○ 정부·민간의 다양한 투자 자원 (보급·R&D·표준)의 상호 조율 필요

- 보급·확산 사업의 체계적 추진을 위한 표준
- 보급·확산 사업의 결과를 표준모델 정립에 피드백
- R&D의 방향을 국제표준 경쟁력 강화를 위한 방향과 일치
- R&D의 결과를 제조 업종에 투영하여 표준모델 정립에 피드백

## ○ 한눈은 뜨고 땅을 보고, 한눈은 감고 하늘을 생각하고..

- 스마트제조 국제표준화 방향 vs. 국내 중소 제조기업의 현실 상황
- 업종별 도메인 지식과 확장성을 고려한 중소 제조기업 맞춤형 표준 개발
- 국제표준화 경쟁에 대응할 수 있는 선제 표준기반 R&D 발굴



**경청해주셔서 감사합니다**

**[hckimfe@gmail.com](mailto:hckimfe@gmail.com)**