

5G 기반 스마트 팩토리 Insight 및 표준화 현황

오 현 우 책임연구원/PL
지능·제조융합연구실

ETRI

Contents

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



1

왜 5G Smart Factory 인가?

2

5G Smart Factory 동향

3

5G Smart Factory 기술

4

표준화 동향

왜 5G Smart Factory 인가? – 패러다임 변화

나만의 000, 경험 중시 Z 세대

세대의 변화

X 세대



[개성시대]

- 네이버 밴드
- 뉴스와 시사

Y 세대



[밀레니얼]

- 인스타그램
스마트폰
- 온라인 쇼핑

Z 세대



[차세대 디지털]

- 사물 인터넷 IoT
페이스북
- 유튜브, 1인 방송

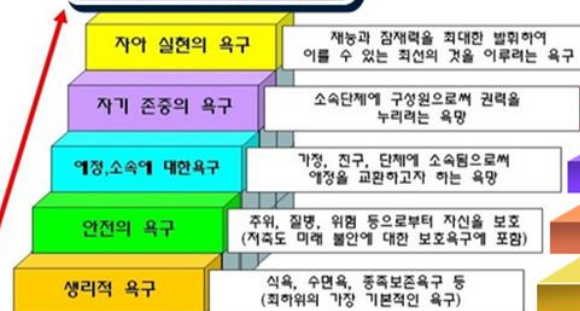
※ 출처 : 나스미디어



시대의 변화



매슬로우 욕구단계설



광고와 욕구단계 관계



뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

왜 5G Smart Factory 인가? – 4차 산업혁명

GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



그간 ICT 기술은 최종 소비자의 편의 향상에 집중되어 왔음
최근, ICT 기술의 **제조산업 접목**이 Industry 4.0을 중심으로 대두



For consumers, better experience



ICT기술의 발전 : Big Wave

정보화의 시대에 생산성은 크게 향상되지 못했음

For industry?



생산성
향상

제품
경쟁력
강화

ICT와 산업의 융합 : Productivity – Off Shoring, Scale, Global SCM ...
제조업과 같은 전통 산업에 ICT 시스템을 결합하여 생산시설들을 네트워크화 하고
지능형 생산시스템을 갖춘 **스마트 공장(Smart Factory)**으로 진화

왜 5G Smart Factory 인가? - 4차 산업혁명

GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



4차 산업혁명의 지향점 : 생산성 극대화, 다양한 니즈 수용, 제조업의 서비스화, 새로운 산업생태계 조성

01

Productivity

생산성 극대화

- 기술발전에 따른 생산성의 극대화
혁신형 장비 및 ICT 기술의 발전에 따라 자동화 수준이 지능화 수준으로 발전

02

Personalization

수요의 변화 : 개인화

- 시장요구에 따른 생산체계 변화
대량생산이 다품종 소량생산, 나아가 개인화 생산(Personalization) 체계로 변화

INDUSTRY4.0



03

Servitization

제조업과 서비스업의 경계붕괴

- 서비스융합 요구에 따른 경계의 붕괴
제품 자체보다는 제품에 서비스가 부가되어 제품의 가치를 극대화하는 제조업의 서비스화(Servitization) 가속

04

New Ecosystem

새로운 산업생태계

- 공장의 규모와 산업구조의 근본적 변화
대규모 공장과 글로벌 공급망 체계가 소규모 유연, 민첩생산이 가능한 공장 and 고객과의 근접성에 따른 공급망 체계로 변화

왜 5G Smart Factory 인가?

GISC2020
Global ICT Standards Conference

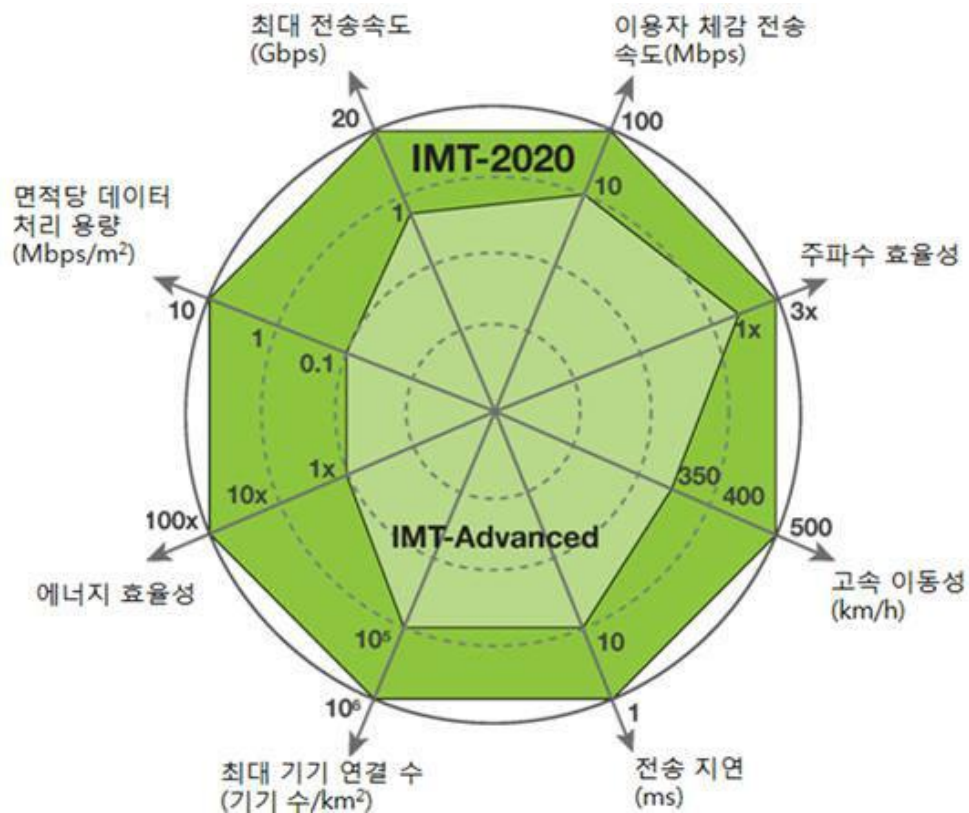
뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



※ 출처 : 유튜브 [(5G Report : Smart Factory(B)) What if applying 5G to manufacturing]

왜 5G Smart Factory 인가? – 5G 특징

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



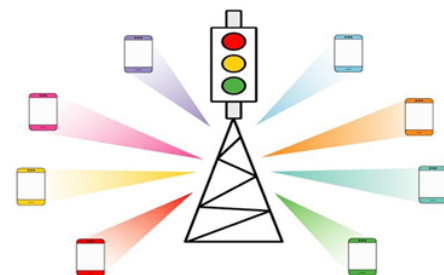
성능지표	4G	5G
최대 전송속도	1Gbps	20Gbps
체감 전송속도	10Mbps	100Mbps
주파수 효율성	-	X3
데이터 처리용량	0.1Mbps/m ²	10Mbps/m ²
전송지연	10ms	1ms
최대 연결기기수	100,000/km ²	1,000,000/km ²
에너지 효율성	-	X100
고속이동성	350km/h	500km/h

왜 5G Smart Factory 인가? – 5G 핵심기술

GISC2020
Global ICT Standards Conference

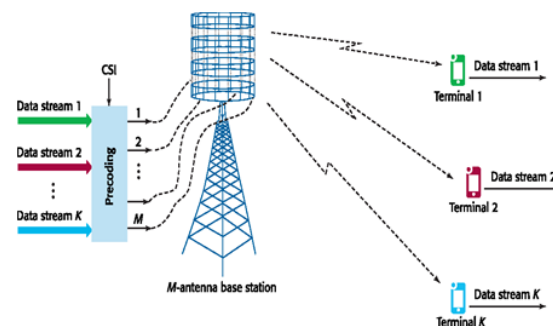
빔포밍 (Beam-forming)

- 보강 및 상쇄 전파 간섭을 이용해 신호가 퍼지지 않고 방향성을 갖도록 만드는 기술
- 효과적으로 특정 방향으로의 신호 강도 및 범위를 증가시킴



매시브 MIMO (Massive MIMO)

- 5G 기지국은 4G 기지국보다 훨씬 더 작지만, 훨씬 더 많은 안테나를 수용
- 다중 입력 다중 출력(Multiple-Input Multiple-Output, MIMO)
- 동일 데이터 신호상에서 다수의 양방향 통신을 동시에 처리할 수 있음
- 5G 네트워크는 4G보다 20배가 더 많은 통신을 처리 가능
- 동일한 공간에서 훨씬 더 많은 인터넷 접속 무선 장비 배치 가능



네트워크 슬라이싱 (Network Slicing)

- 물리적으로 하나의 네트워크를 통해 Device, Access, Transport, Core를 포함하여 End-to-End로 논리적으로 분리된 네트워크를 만들어
- 서로 다른 특성을 갖는 다양한 서비스들에 대해 그 서비스에 특화된 전용 네트워크를 제공하는 것

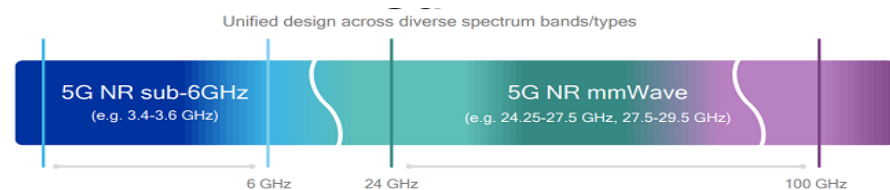


뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

왜 5G Smart Factory 인가? – 5G 주파수 대역

GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



<1GHz — 3GHz — 4GHz — 5GHz — 24-28GHz — 37-40GHz — 64-71GHz

	<1GHz	3GHz	4GHz	5GHz	24-28GHz	37-40GHz	64-71GHz
	600MHz (2x35MHz)	2.5GHz (LTE B41)	3.55-3.7 GHz 3.7-4.2GHz	5.9-7.1GHz	24.25-24.45GHz 24.75-25.25GHz 27.5-28.35GHz	37-37.6GHz 37.6-40GHz 47.2-48.2GHz	64-71GHz
	600MHz (2x35MHz)				27.5-28.35GHz	37-37.6GHz 37.6-40GHz	64-71GHz
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz	5.9-6.4GHz	24.5-27.5GHz		
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz		26GHz		
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz		26GHz		
	700MHz (2x30 MHz)		3.46-3.8GHz		26GHz		
	700MHz (2x30 MHz)		3.6-3.8GHz		26.5-27.5GHz		
			3.3-3.6GHz	4.8-5GHz	24.5-27.5GHz	37.5-42.5GHz	
			3.4-3.7GHz		26.5-29.5GHz		
			3.6-4.2GHz	4.4-4.9GHz	27.5-29.5GHz		
			3.4-3.7GHz		24.25-27.5GHz	39GHz	

New 5G band

- Licensed
- Unlicensed / shared
- Existing band
- Existing band

※ 출처 : Qualcomm: Global update on spectrum for 4G & 5G

왜 5G Smart Factory 인가? – 5G 상용화 현황

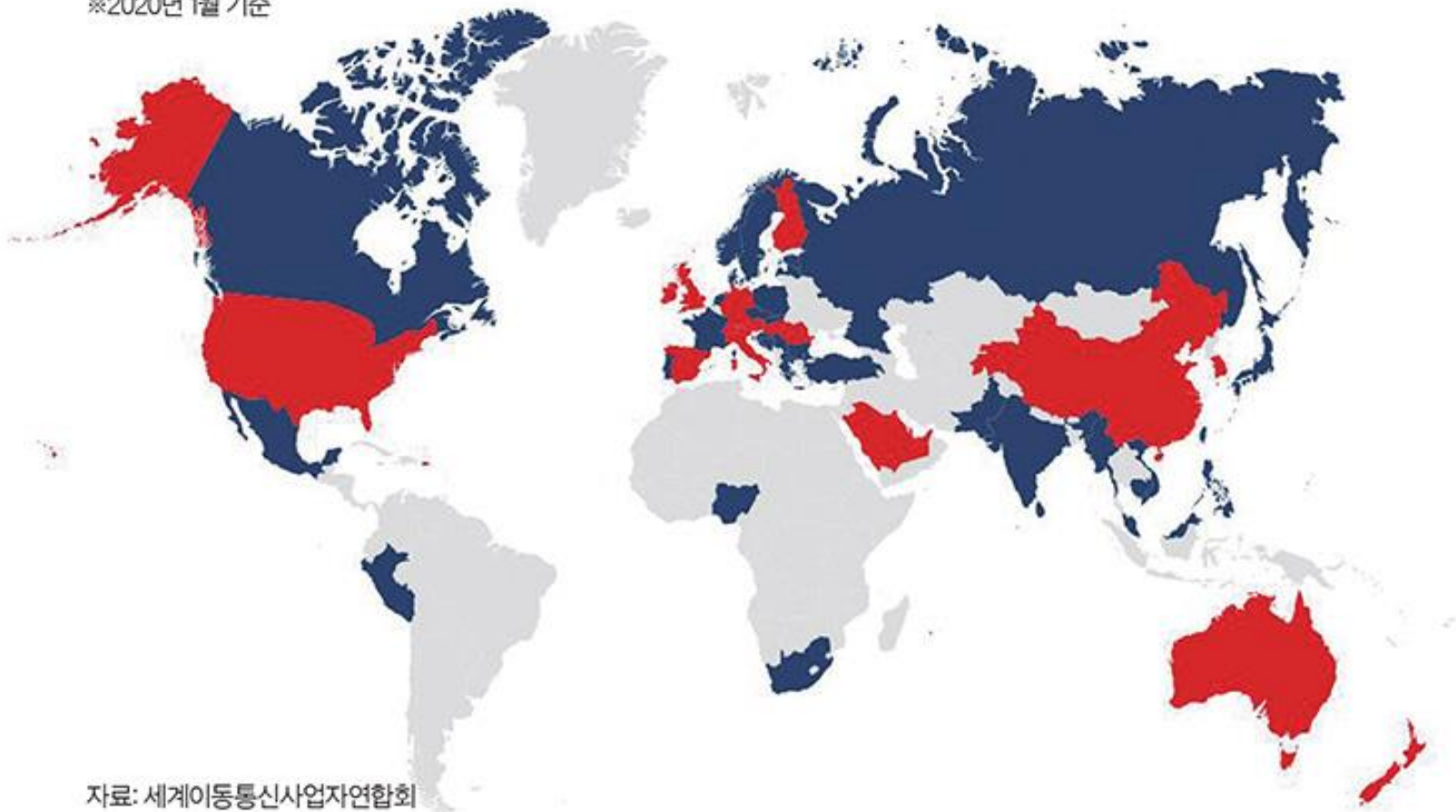
GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

전 세계 5G 상용화 현황

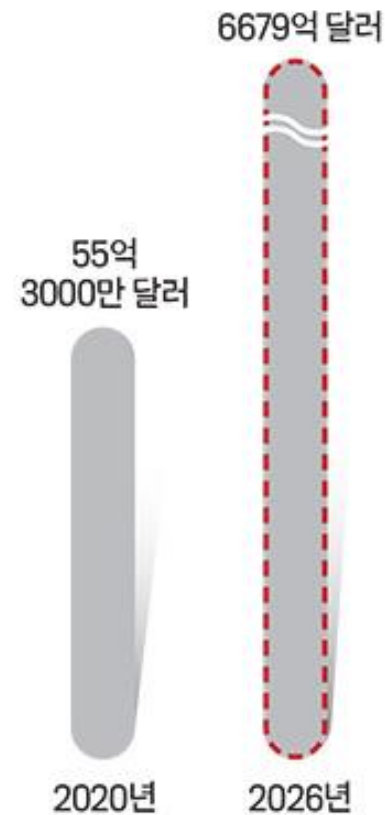
※2020년 1월 기준

■ 5G 상용화(24개국) ■ 연내 5G 상용화 예정(39개국)



자료: 세계이동통신사업자연합회

글로벌 5G 시장 성장 전망



자료: 얼라이드마켓리서치

※ 출처 : 중앙시사매거진

왜 5G Smart Factory 인가?

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

이동통신사업자

- 새로운 수익원 발굴 필요
- 5G 가입자 500만 돌파(2020.2)
- 가입자 포화 1인당 1.3대(2019.3)
- 가입자당 월평균매출 하락

제조업자

- 다품종 소량생산 Market Need
- 제조 생산성 향상 필요
- 제조 생산라인의 디지털화 필요
- 유연생산 체계 필요

5G SMART FACTORY

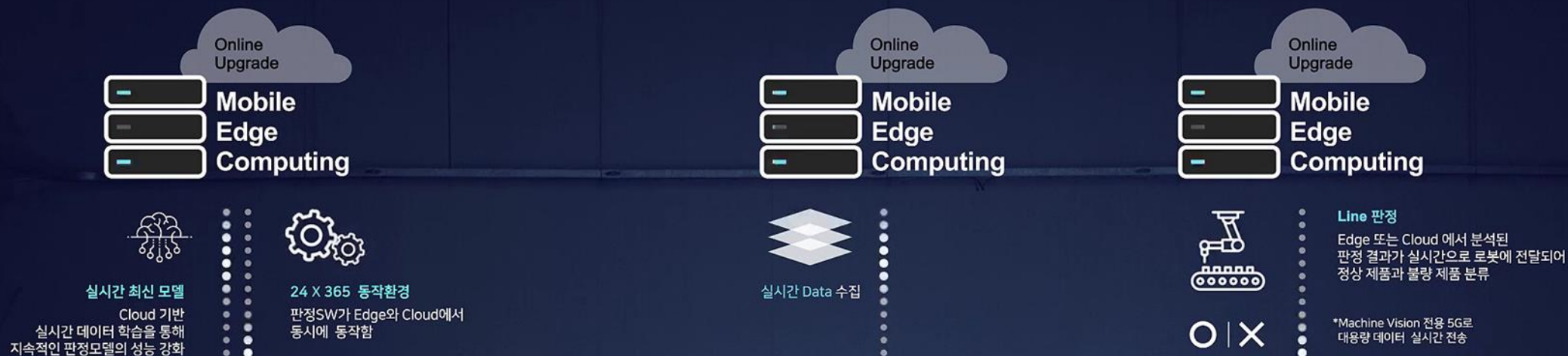
- 초연결(Hyper-Connectivity) 시대 : 모든 사물이 네트워크에 연결
- 유연 생산라인을 위한 무선 통신 기술 도입 필요
- 모든 사물이 생성하는 데이터를 신속하게 전송 필요
- 기업 노하우 데이터에 완벽한 보안 요구

5G Smart Factory 현황 – SKT 5G 머신비전

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

SK하이닉스에 5G망 구축 '모바일 에지 컴퓨팅(MEC)' 기반 5G 스마트 팩토리 추진중



5GX | SK telecom



5GX | SK telecom



5GX | SK telecom

※ 출처 : [SK텔레콤] 5G 상용 서비스 '5GX Machine Vision'편

5G Smart Factory 현황 – KT 5G 협동로봇

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



※ 출처 : KT 5G 협동로봇 IN Factory

5G Smart Factory 현황 – LGU+

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

5G 기반 무인 자율 작업 건설기계 기술 스마트 건설 사업 추진(두산인프라코어)

U+5G

5G 디지털 트윈 기반 농기계 트랙터 원격진단 서비스 개발(PTC제휴)

LG U+



안산 중소기업연수원 스마트공장배움터:
이동형 로봇, 비전검사 ROS(Remote Operation System)

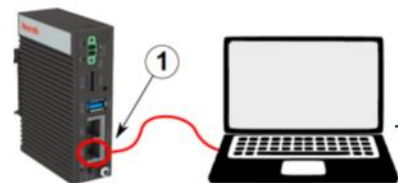
Smart Factory

LG U+ utilizes 5G technology to streamline operations at smart factories

5G Smart Factory 현황 – Bosch Rexroth

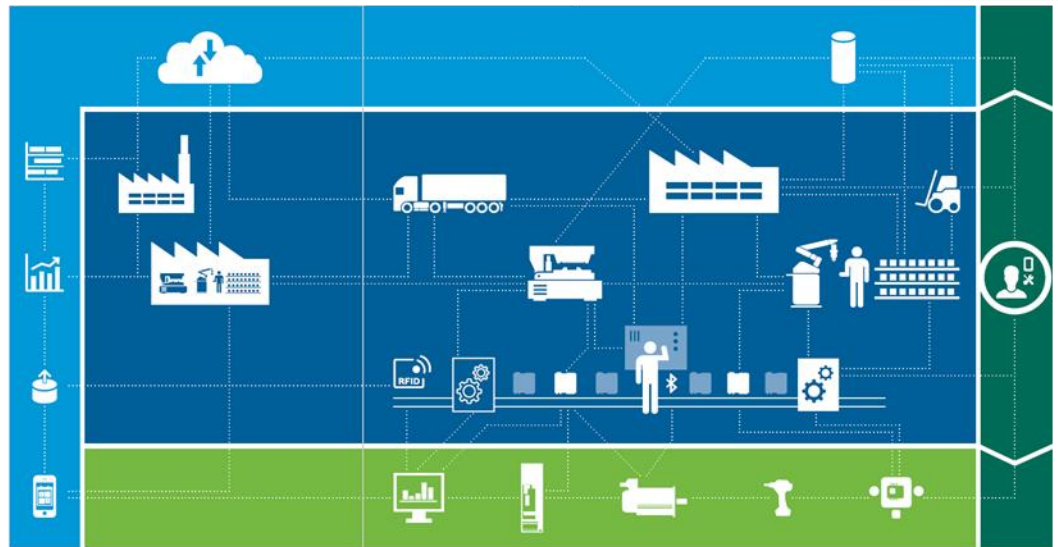
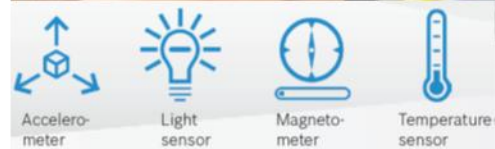
GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



IoT Gateway

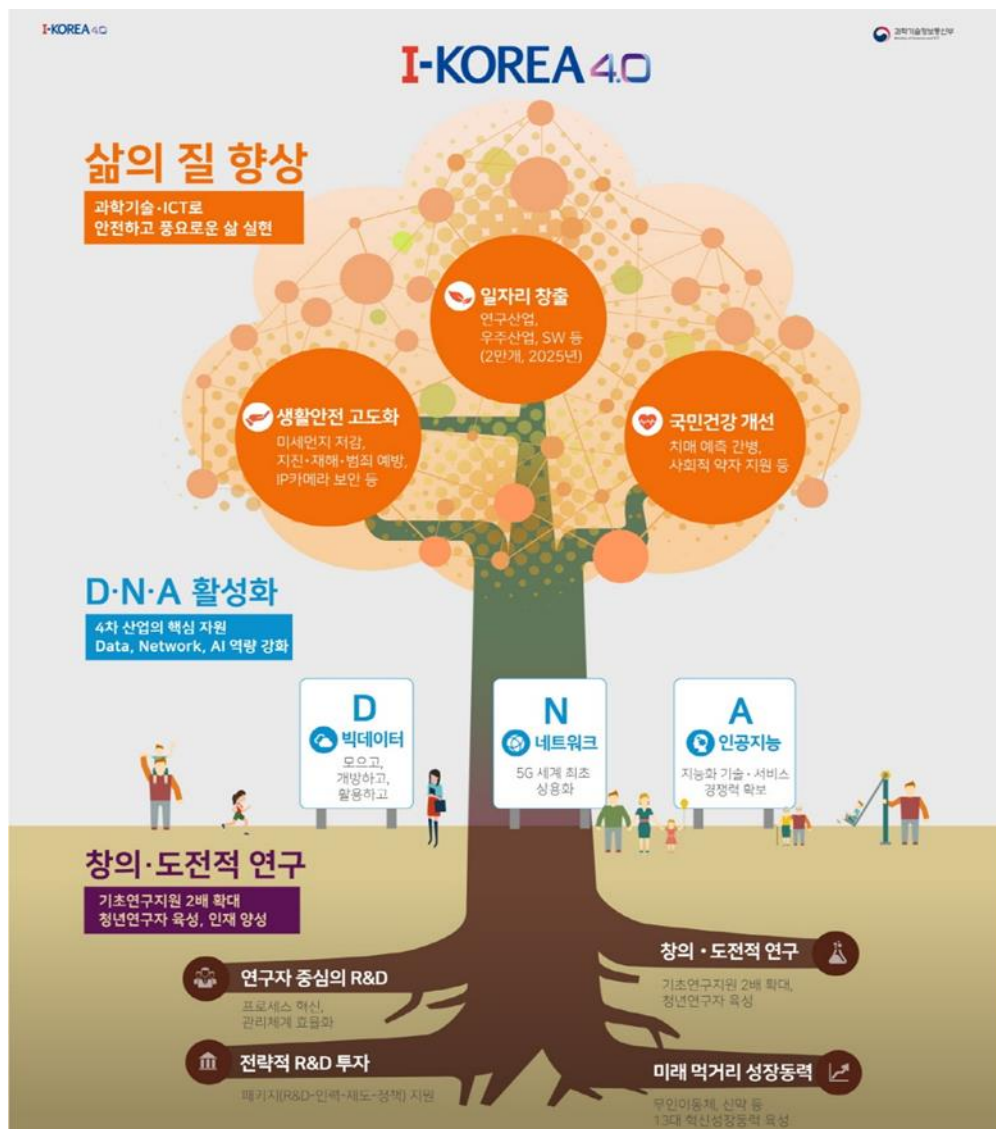
MEMS IoT 센서



5G Smart Factory 정책 – I-KOREA 4.0

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



스마트공장 도입 중소기업

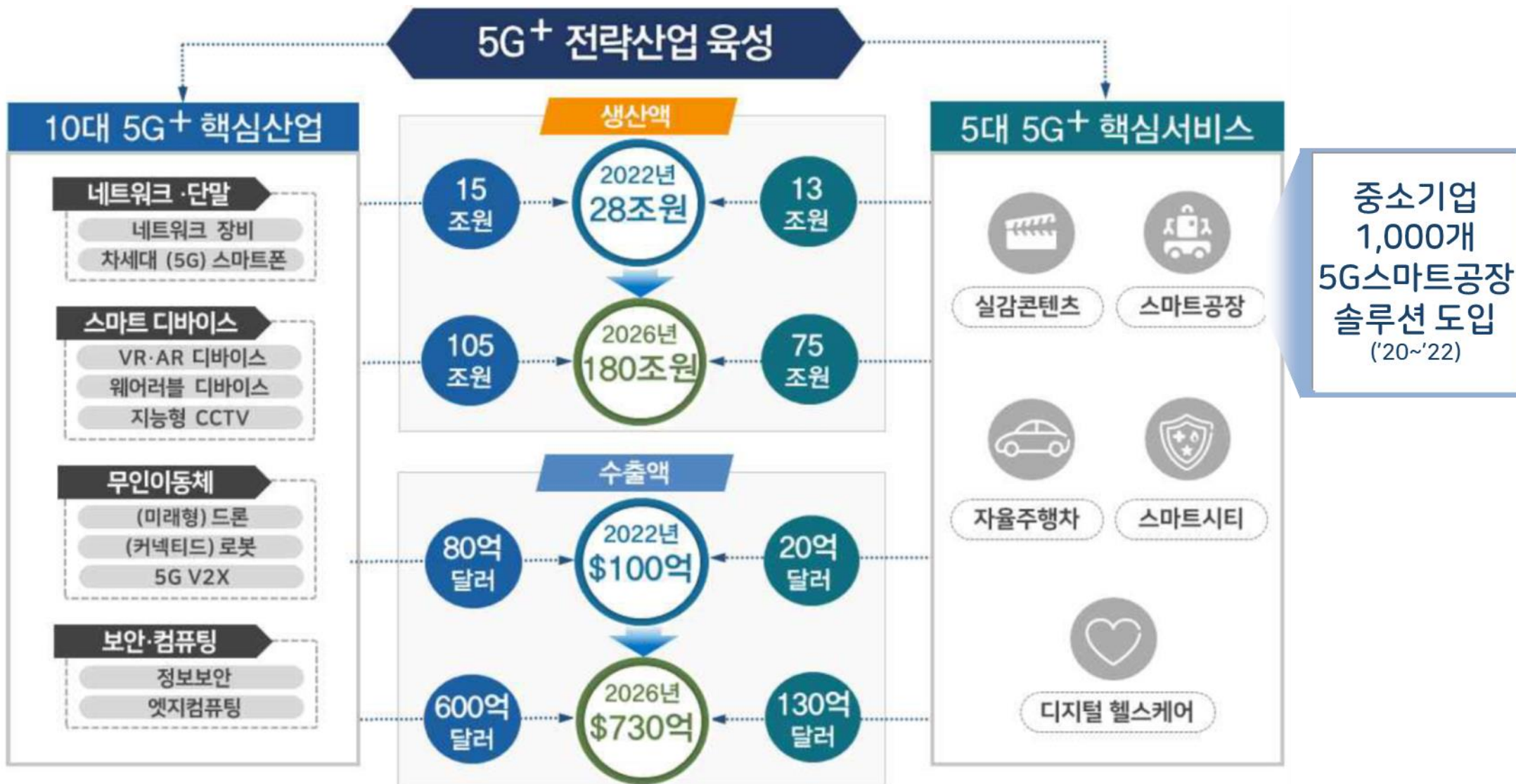
- 평균 생산성 30% 증가
- 품질 43.5% 향상
- 원가 15.9% 감소
- 납기 준수율 15.5% 증가
- 매출 7.7% 증가
- 고용 평균 3명 증가
- 산업재해 18.3% 감소
- 양질의 일자리 창출

- 스마트팩토리 도입을 긍정적으로 평가
- 2022년까지 스마트팩토리 3만여개 구축 계획

※ 출처 : 과학기술정보통신부

5G Smart Factory 정책 – 5G+ 전략

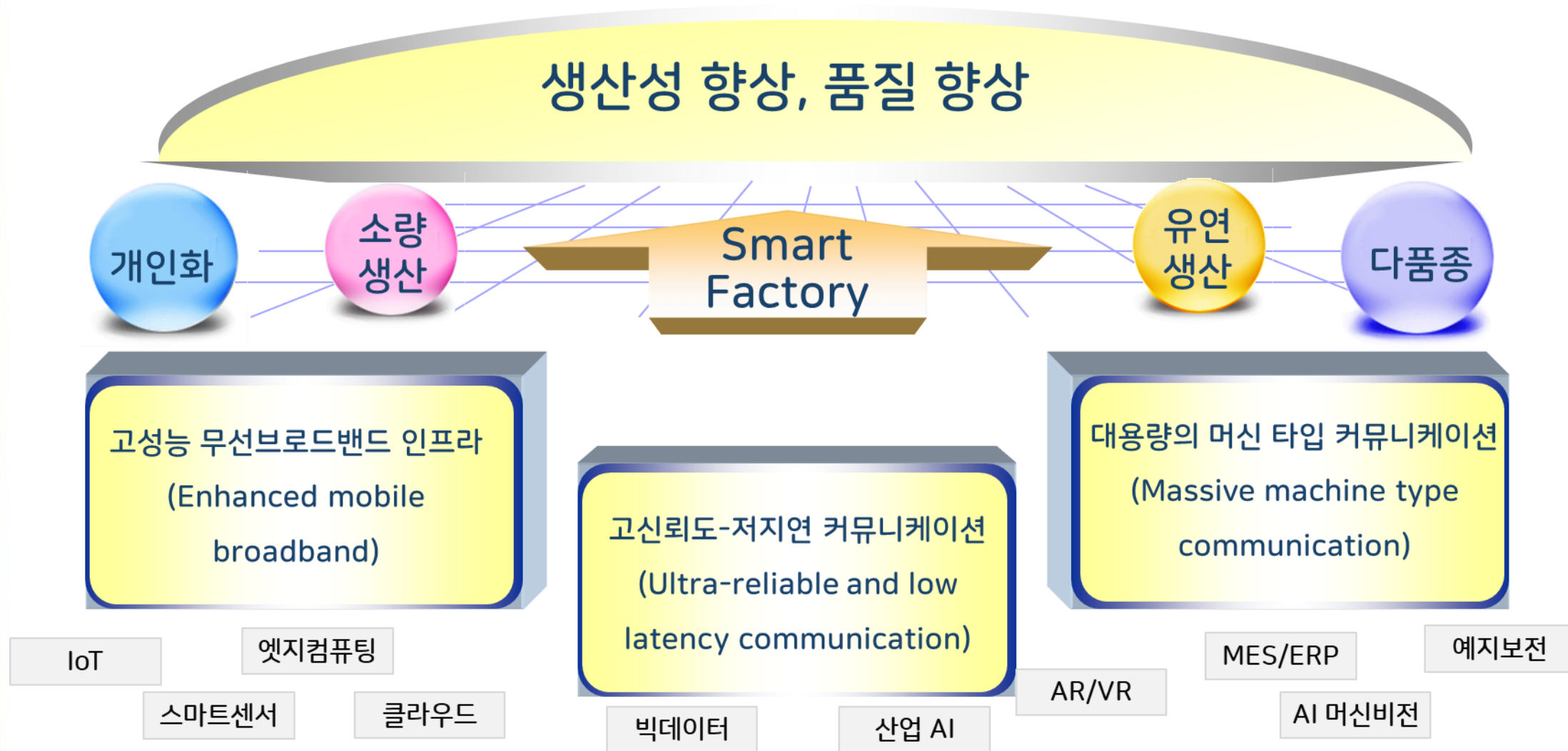
뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



5G Smart Factory 기술 - 비전

GISG2020
Global ICT Standards Conference

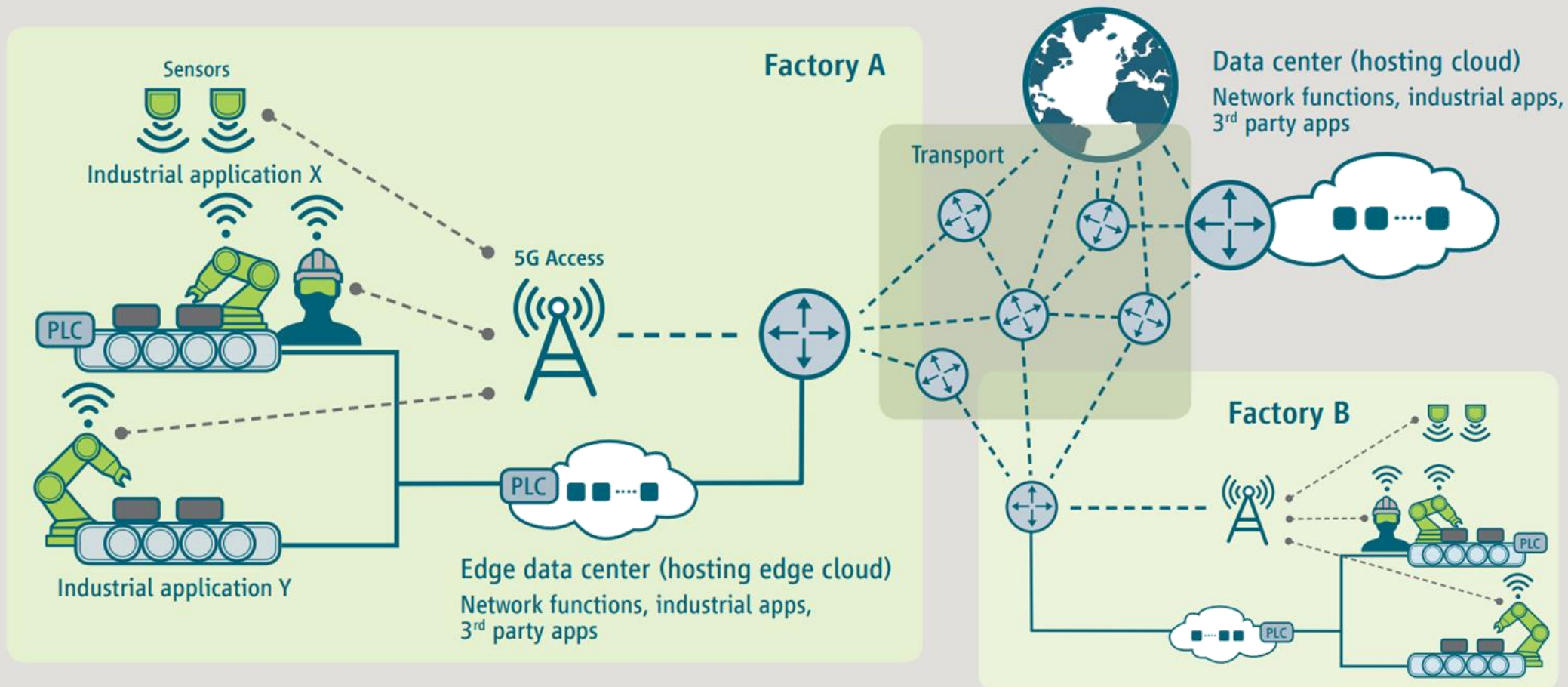
뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



5G Smart Factory 기술 – 5G Smart Factory 시나리오

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



Source: ZVEI

※ 출처 : 5G ACIA

5G Smart Factory 기술 – 5G Private Networks

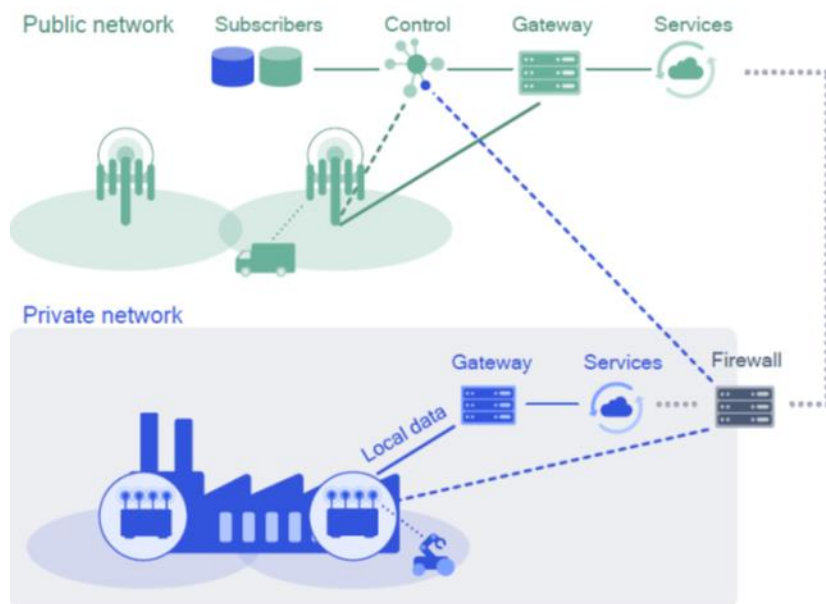
Private Network

- ❶ 시설 자체에서 운영(Managed locally)
- ❷ 전용 장비 활용(Dedicated equipment)
- ❸ 한정된 커버리지(Local coverage)
- ❹ 서비스 최적화(Optimized for local service)

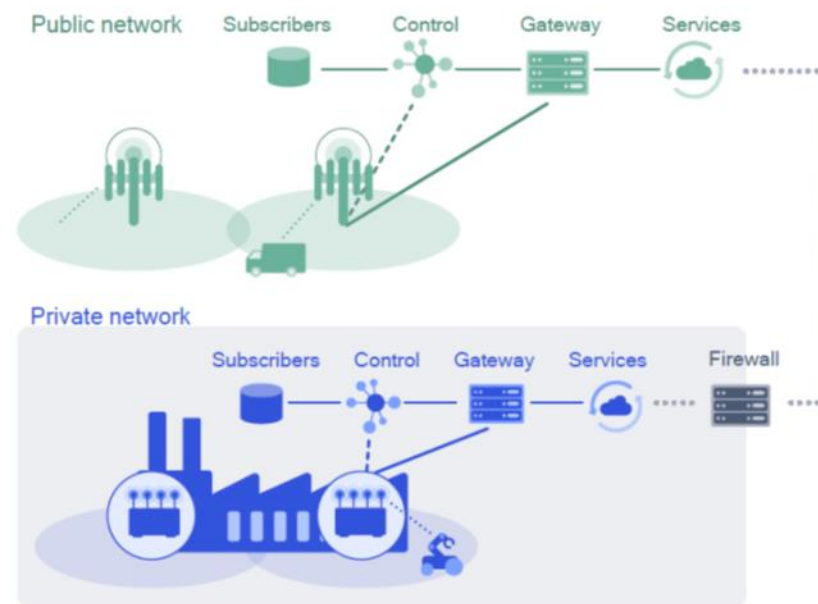
Public Network

- ❶ 이동사가 운영
- ❷ 다양한 트래픽에 활용
- ❸ 전국을 커버하는 광대역 커버리지
- ❹ 일반적 음성/데이터 서비스에 활용

Integrated private network



Independent private network



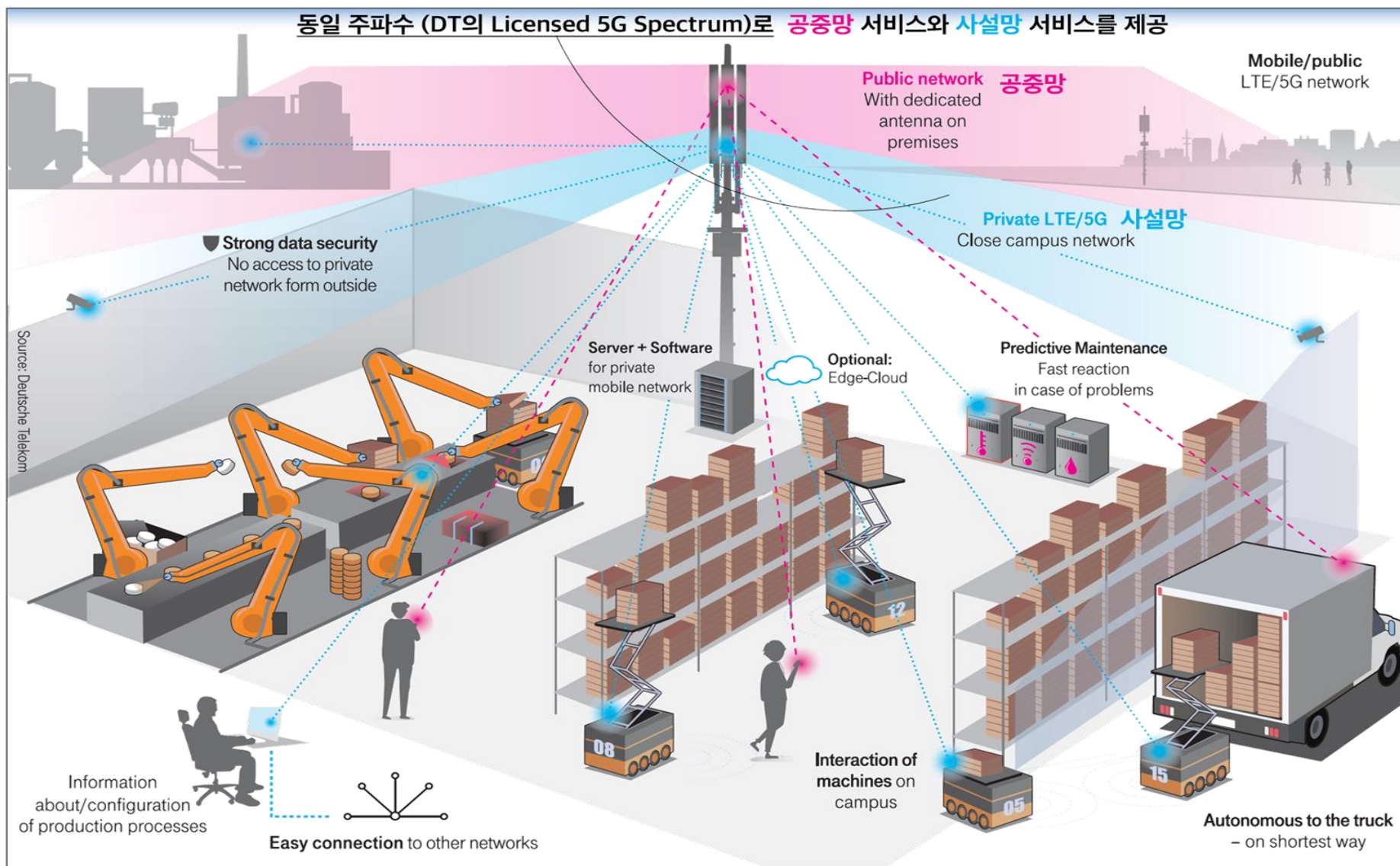
URLLC: Ultra-Reliable Low Latency Communication

※ 출처 : Qualcomm, ATLAS Review

5G Smart Factory 기술 – 5G Private Networks(DT+Ericsson)

GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



※ 출처 : DT 5G Campus Solution, Netmanias

5G Smart Factory 기술 – 5G Private Networks(Vodafone+Ericsson)

GIS2020
Global ICT Standards Conference

5G Campus-Netze

Individuelle Netze für Unternehmen



5G Antennen
Versorgen Unternehmens-Campus mit eigenem 5G-Netz.
Sensible Daten verlassen nicht das Gelände.

Redbox mit
■ Anbindung an lokale Rechenzentren
■ Anbindung ans Kernnetz

Anbindung an übergreifendes 5G-Netz
Auf Wunsch können auch öffentliche 5G-Antennen an das individuelle Campus-Netz angeschlossen werden.

Management-Plattform
Unternehmen können selbständig Endgeräte ans Netz anschließen und das Netz überwachen.

Daten & Telefonie
Mitarbeiter können telefonieren & nutzen Daten-Services auch abseits vom Unternehmens-Campus.

Technischer Service
Vodafone-Techniker haben das Campus-Netz im Blick, modernisieren die Technik und beheben Ausfälle.

독일 e.GO사 Aachen 전기차 공장
5G Core and 5G NR Solutions 구축

Quelle: Vodafone

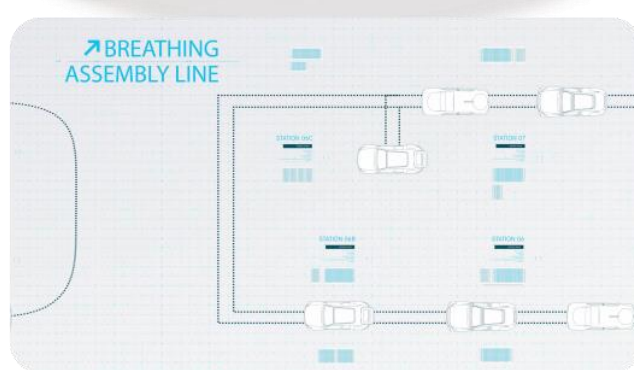
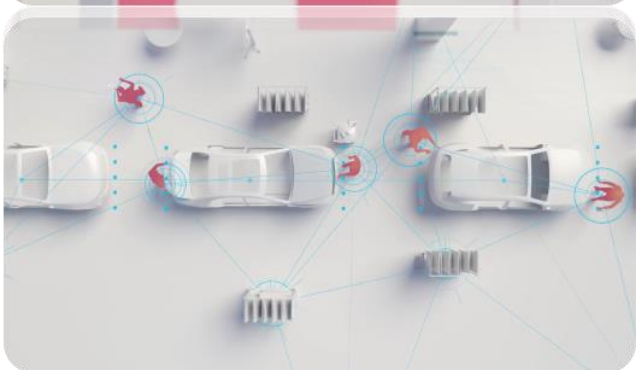
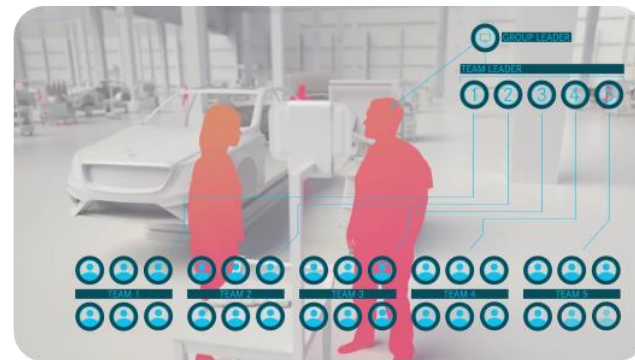
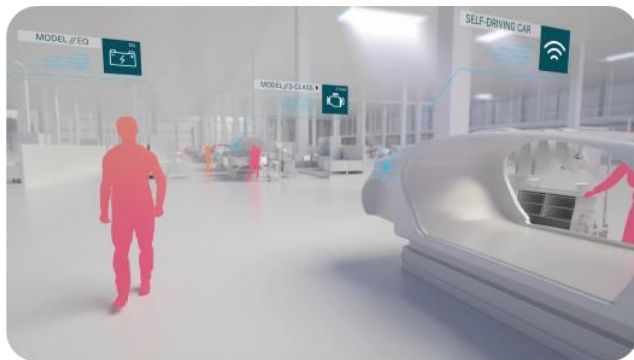
※ 출처 : Vodafone

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

5G Smart Factory 기술 – 5G Private Networks(Telefonica+Benz)

GISCO2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



※ 출처 : Mercedes-Benz Factory 56

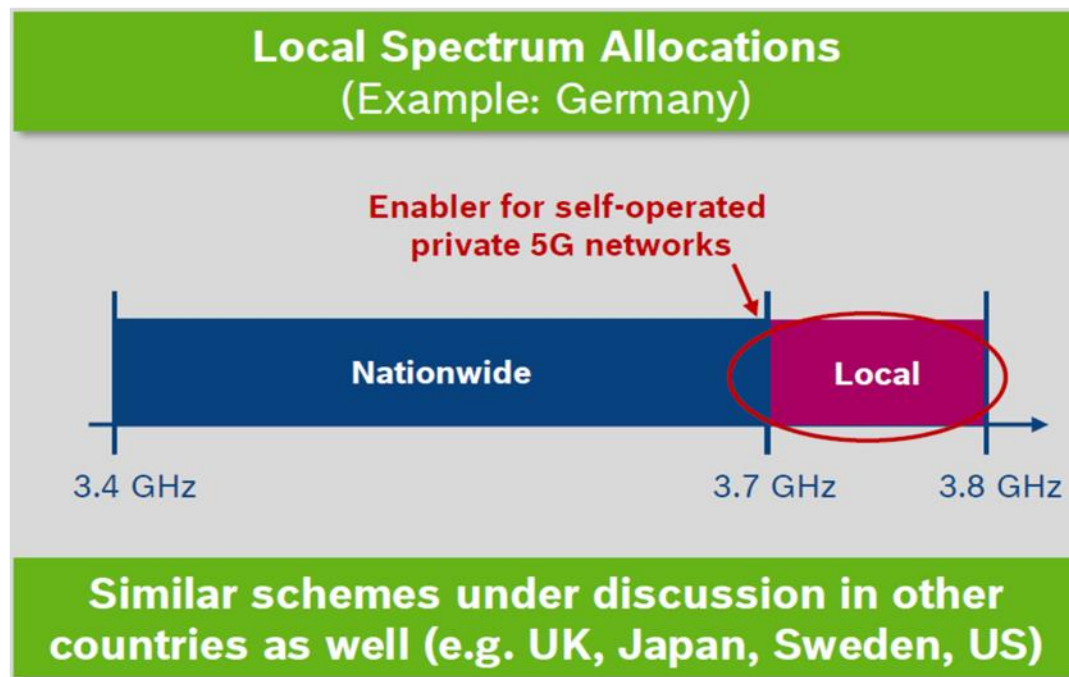
5G Smart Factory 기술 – 5G Private Networks 기업용

GISG2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

기업용 사설 5G 주파수 할당

- 일본 Local 5G, 독일 Local 5G, 미국 CBRS 5G, 영국, 스웨덴, 등
- 독일 일반 기업용 Local 5G 주파수 할당 (대역폭): 3.7-3.8GHz (100MHz)
- 일본 후지쯔, NEC, 주피터 텔레콤 등 로컬 5G 주파수 면허 신청 (대역폭): 4.6~4.8GHz 대역 및 28.2~29.1GHz 대역에서 총 1,100MHz
- 미국 3.55GHz~3.7GHz에서 150MHz를 CBRS 5G로 할당 시작
- 자체 소유의 Private 5G망을 구축(DIY: Do It Yourself)



5G Smart Factory 표준화

GIS2020
Global ICT Standards Conference



5G 스마트팩토리 규격 표준화 주도

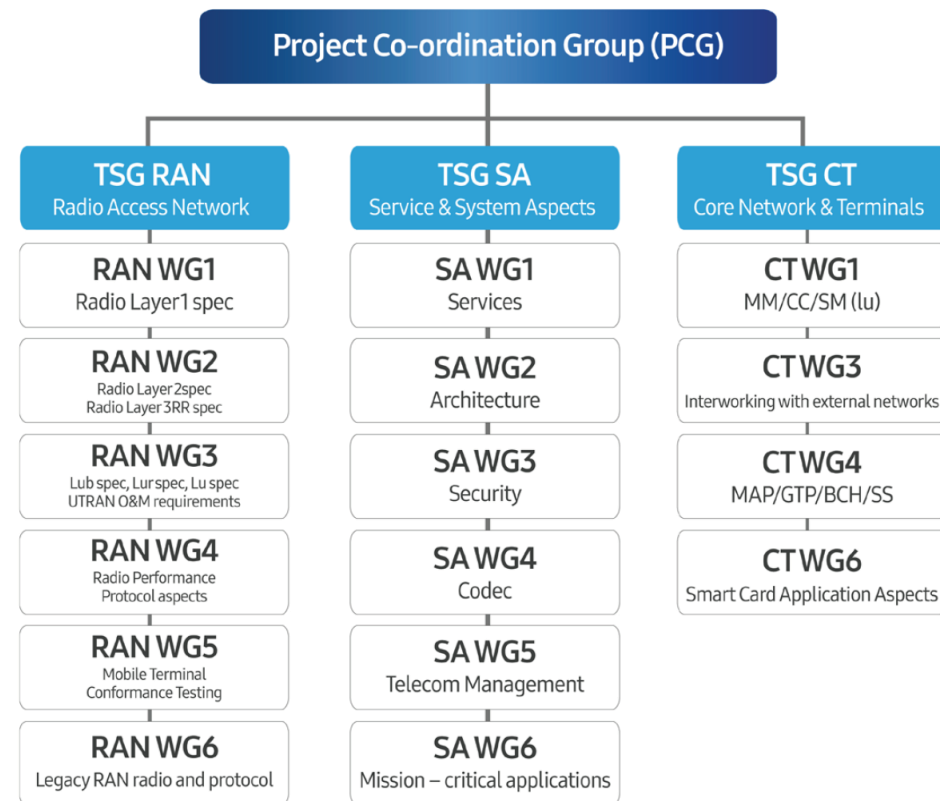
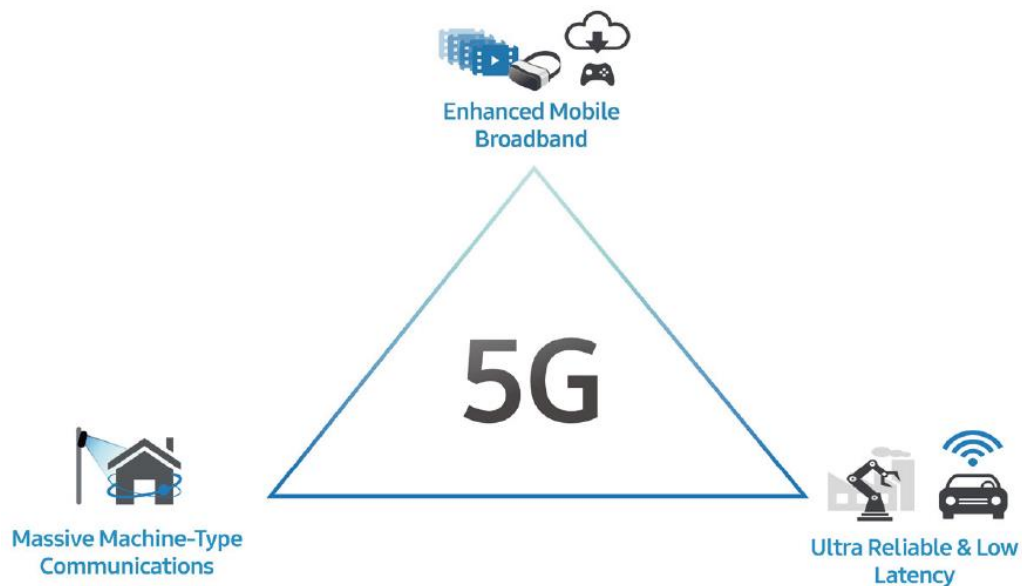


※ 출처 : 5G Smart Factory Alliance

5G Smart Factory 표준화 – 5G 표준

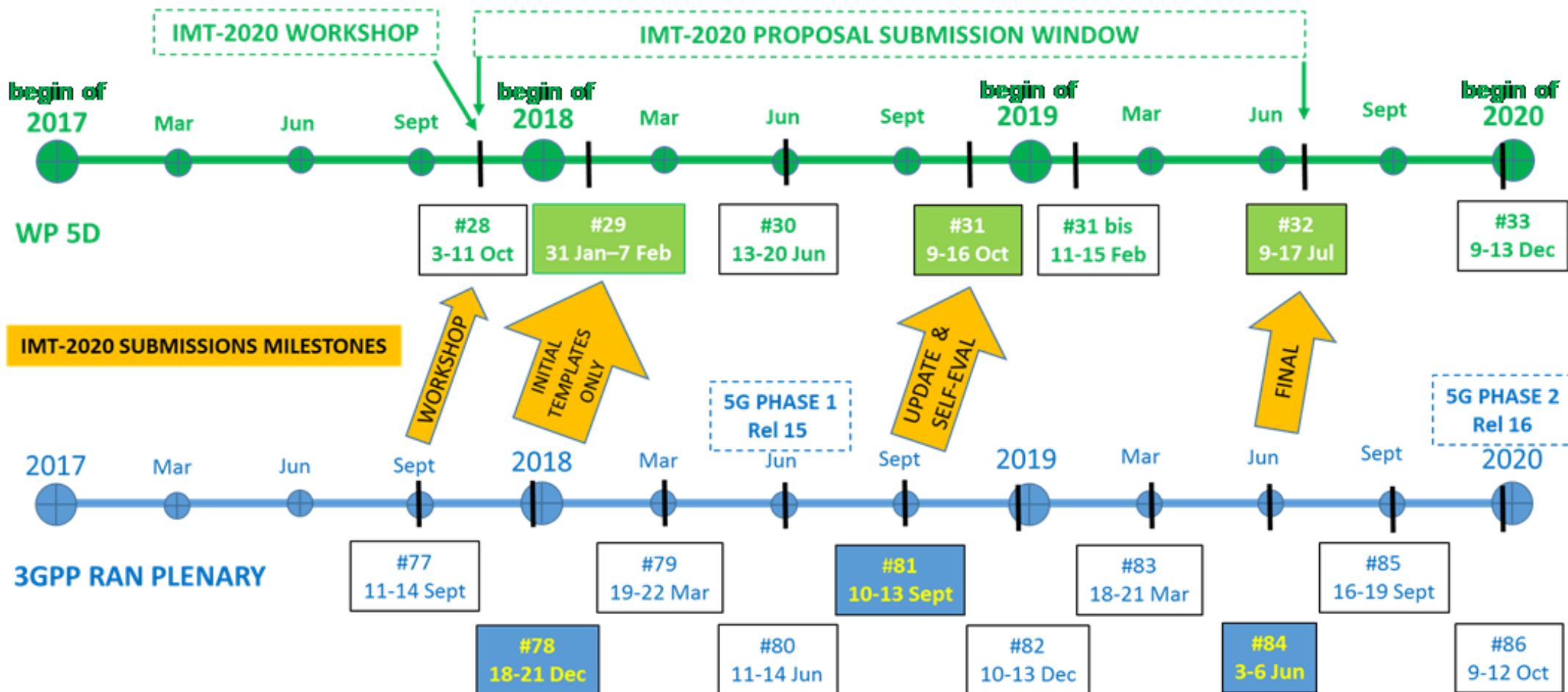
GIS2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



※ 출처 : 5G 국제 표준의 이해(Samsung)

5G Smart Factory 표준화 – 5G 표준



5G Smart Factory 표준화 – 5G 표준

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

5G Release 15

5G-NR

- ❖ eMBB(초고속)
 - 최대 연속대역폭 1GHz 이상
 - 밀리미터파(28GHz 대역 사용)
 - 대용량 다중입출력(Massive MIMO)
 - 하이브리드 빔포밍
- ❖ URLLC(고신뢰-초저지연)
 - 유연한 슬롯 구조
 - 첨단 채널코딩(LDPC)
 - 반복 전송 강화
- ❖ mMTC(초연결)
 - NB-IoT/eMTC
 - LTE기반 진화기술

5G Release 16

3GPP 제88차 기술 총회 5G Phase II (Release 16) 승인 (2020.06.29~07.03)

- ❖ 타산업 융합서비스 지원
 - 간섭완화
 - 이동성 향상
 - 전력 효율
- ❖ 차량 자율주행을 위한 NR V2X
- ❖ 스마트공장을 위한 5G NR 사설망 및 초고신뢰 저지연 통신(URLLC)

5G Release 17

- ❖ 융합서비스 기능 확장 기술
 - NR Industrial IoT/URLLC
 - Sidelink
 - 사설망(NPN) 기능 개선
 - 비지상망(NTN) 지원
 - NR 포지셔닝 및 커버리지 확대
- ❖ 5G 시스템 성능 개선
 - 전력소모 개선
 - 저능력 NR
 - IAB 개선
 - eNB(s) 아키텍처 개선
- ❖ 주파수 효율 개선 기술
 - 주파수 대역 확장 (52.6~71GHz)
 - 주파수 공유 및 이중연결

5G Smart Factory 표준화 – 스마트제조

GISG2020
Global ICT Standards Conference

기존 공장

생산설비

제어시스템

공장관리

스마트 공장

자동화 → 지능화 (정보기술(IT)와 운영기술(OT)의 융합)

데이터 수집

가상공간

인공지능

사물인터넷으로 연결

생산설비

센서

생산설비

센서

제어시스템

공장 관리

적절한 규모의 공장 시설을
시장 주변에 건설 가능

설비 이상 유무 미리 확인 가능
(제품 불량률 감소)

시장 수요에 적극 대응 가능
(시장에 제품 출시 기간 단축)

5G Smart Factory 표준화 – 국제표준화기구

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

ISO

TC184 SC4

- ❑ WG13-Industrial data: 제조산업 데이터 표준 설계, 제품 모델, 생산데이터 표준 모델, 정보 품질 표준
- ❑ WG15-Digital Manufacturing: 정보화시스템 운영관리 디지털 메뉴팩처링 표준

TC184 SC5

- ❑ WG4-Manufacturing software and its environment: 제조 정보 시스템 (MES/ERP) 호환성 제공 프레임워크, 프로파일, 서비스 정의 표준, 실-가상 인터페이스 및 서비스 표준
- ❑ WG5-Open systems application frameworks: 제조 시스템 상호연동 분류 및 검증, 소프트웨어 기능 템플릿 및 매핑 규칙, 미지원 기능에 대한 처리 절차 표준

TC108 SC2

- ❑ Measurement and evaluation of mechanical vibration and shock: 기계, 수송 수단 및 구조물 적용 기계 진동 및 충격의 측정과 평가에 관한 표준

TC108 SC5

- ❑ Condition monitoring and diagnostics of machine systems: 기계 상태 모니터링 및 진단 정보 데이터 처리, 통신 및 데이터 표현 소프트웨어 사양 표준

TC261

- ❑ Additive manufacturing: 프로세스, 용어 및 정의, 파일포맷, 프로세스 체인(H/W, S/W), 시험절차, 품질 변수 공급계약 등 적층제조 분야 표준
- ❑ JG73-Joint ISO/TC 261-ASTM F42 Group(Digital product definition and data management): 현재-미래 제조 기술 연동 데이터 교환 포맷 및 프레임워크 표준
- ❑ WG6-Environment, health and safety: 작업환경, 인체 유해성, 안전 등 적층제조 안전성 표준

IEC

SEG7

- ❑ Smart Manufacturing: 스마트제조 개념, 참조 모델 기능 및 도메인, 유즈케이스, 신규 표준화 항목 도출

TC65

- ❑ WG19-Life-cycle management for systems and products used in industrial-process measurement, control and automation: 단일/분산 공장 생산 관리 및 제조 운영 시스템 모델, 구성요소(액터) 및 인터페이스 정의, 생애주기 관리
- ❑ WG16-Digital Factory: 가상 공정 모사 생산 계획 수립, 시뮬레이션 생산, 공정 적합성 검증, 사전 분석 표준
- ❑ SC65B-Measurement and control devices: 산업 공정 측정 및 제어 시스템 블록 기능 및 구조
- ❑ SC65E-Devices and integration in enterprise systems: 생산 관리 응용과 프로세스 컨트롤 장비(DCS, PLC 등)들 간 표준 인터페이스

TC119

- ❑ WG2-Materials: 인쇄 기판 소재, 전도성 소재 및 잉크 표준화

SG3

- ❑ SG3-3D Printing and scanning: 3D 프린팅/스캐닝 아이템 진행

SG24

- ❑ WG6-Augmented reality continuum presentation and interchange: 컴퓨터 그래픽스, 영상처리 및 환경데이터 표현, 가상현실, 증강현실, 정보 상호작용 시각적 표준

SG29

- ❑ WG11-Coding of moving pictures and audio: MPEG-V 4th Edition에 3D 프린터와 맞춤형 서비스 메타데이터, 프린팅 파일포맷

5G Smart Factory 표준화 – 국제표준화기구

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

국제(사실)

OMG

- Data Distribution SIG(DDSIG): ICT 분산 객체 관리 기술 표준, 산업용 DDS 미들웨어

MTConnect Institute

- Technical Advisory Group(TAG): 제조 장비, 부품, 소프트웨어 상호운용성 MTConnect 표준

SISO

- C2SIM PDG: 모델링 & 시뮬레이션 도구 및 응용의 상호 운용성 표준

MESA

- Smart Manufacturing Working Group: 정보 제조 시스템 최적화 관리, 비즈니스 모델 및 생산운영 개선

ISA 95

- Enterprise-Control System Integration: 공급업체와 제조업체, 비즈니스 시스템과 제조 시스템 간 정보/기능/운영 모델

oneM2M

- Management, Abstraction and Semantics WG: MAS WG에서 3D 프린터 HAIM(Home Appliance Information Model) 표준

OMA SpecWorks

- Contents Delivery WG: 모바일 3D 프린팅 DWAPI-3DP (Device Web API - 3D Printing) 표준

NIST

- CPS PWG: CPS 용어, 참조 아키텍처, 사이버 보안, 데이터 상호운용성, 유즈케이스 정의
- VDI/VDE (GMA): 독일의 측정 및 자동화 기구로서 CPS의 용어 및 상호 운용성 정의

국내

TTA PG609

- CPS: 사이버물리생산시스템, 실-가상 공장 연동, 실-가상 공장 테스트 베드, ICT 기반 공장 지능화, 제조 융합 전개 모델

TTA PG610

- 디지털콘텐츠: 3D 프린팅 파일포맷 및 출력 서비스 표준

국가기술표준원

- 정책과제 표준화 연계 업무 및 산업화 지원, 스마트공장 국가표준코디네이터, 산·학·연 스마트공장 개념 정립과 산업계 확산 KS 국가표준

스마트제조표준화포럼

- 스마트제조 제품 데이터 및 품질 정량화 표준

사물인터넷융합포럼

- 스마트공장에서 사물인터넷 제조 지능화 서비스 표준 모델

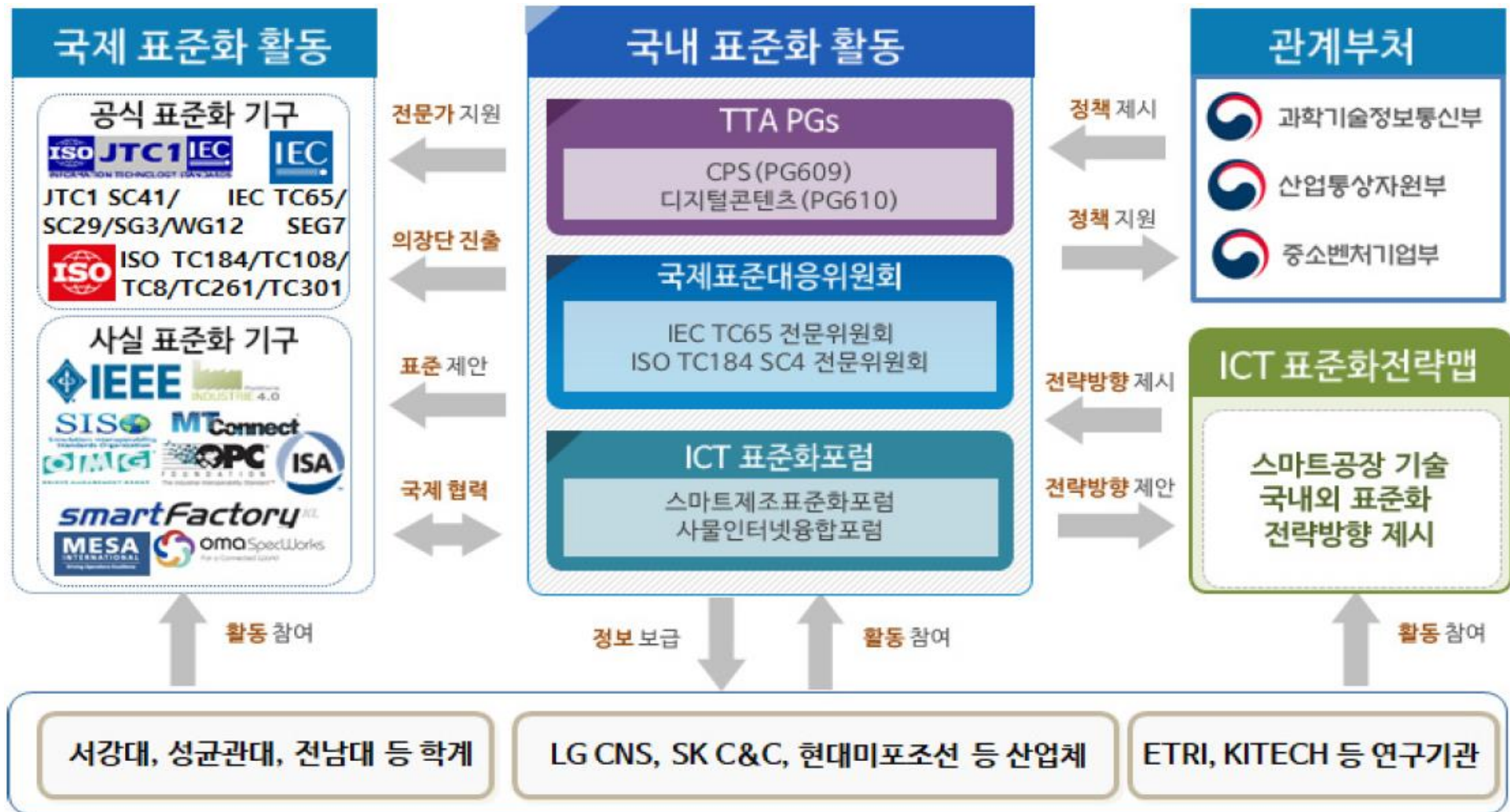
한국스마트제조산업협회

- 인더스트리4.0 참조 아키텍처 RAMI 표준의 국내 표준화

5G Smart Factory 표준화 – 표준화 추진체계

GISC2020
Global ICT Standards Conference

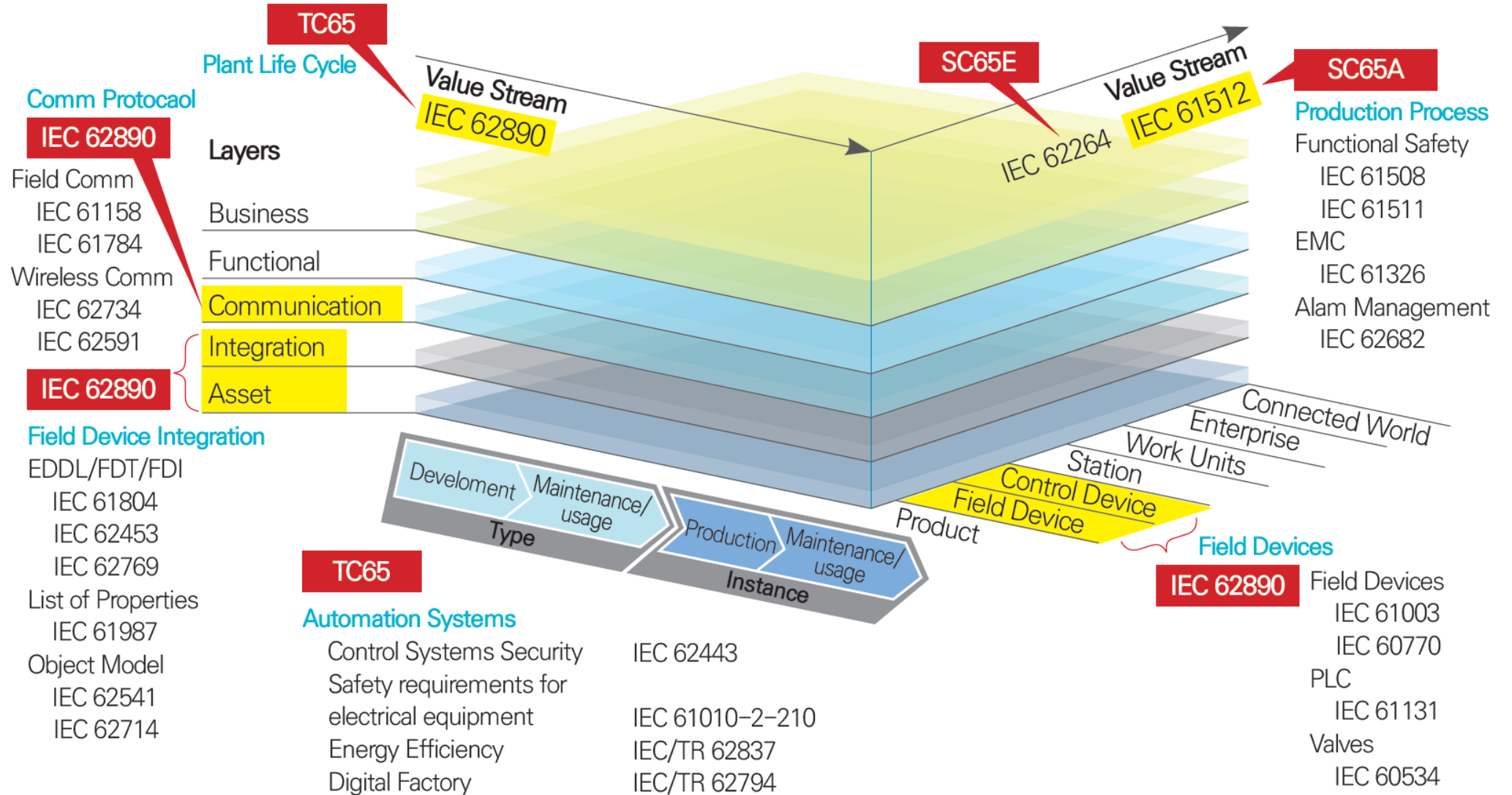
뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



5G Smart Factory 표준화 – RAMI 4.0 참조모델과 표준

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



맺음말

GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

4차 산업혁명의 실현은 스마트제조이다.

대한민국은 제조산업과 수출 비중이 높은 나라이다.

ICT기술 관점에서 스마트제조는 ICT융합의 결정체다.

스마트제조 중심에는 IoT, 에지 컴퓨팅, 빅데이터, 디지털트윈,

클라우드, 산업 AI가 있고, 그 위에 우리의 미래를 실현해

나아가는 ICT 미래 서비스를 모두 포함하고 있기 때문이다.

앞으로 다가 올 미래 스마트제조를 위해

산.학.연 모두 힘을 합쳐 노력해야 할 때이다.

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

기쁘게합니다

