

# 디지털 및 AI 대전환을 통한 대한민국 기계산업 혁신

주 영 섭

서울대학교 특임교수 / 국가과학기술연구회 융합연구위원장  
산업디지털전환위 민간위원 / 한국디지털혁신협회장 / 14대 중소기업청장

# 세계는 대전환 시대 : 3대 대전환이 세계를 바꾸고 있다

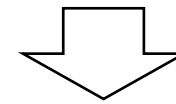
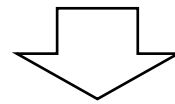
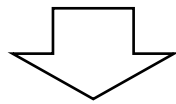
2

속도, 크기, 범위 면에서 전무후무한 초변화

4차 산업혁명 / AI 혁명

기후위기 / 탄소중립

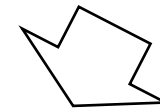
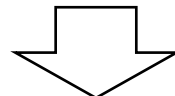
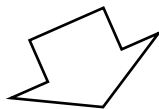
세대변화/팬데믹/신냉전시대



디지털 대전환  
(DX)

그린 대전환  
(GX/ESG)

문명 대전환  
(CX)



글로벌 혁신의  
핵심 키워드

디지털화

지속가능성

비즈니스 모델  
혁신 방향



(Source : Deutsche Messe)

## Industry Trends in Focus

AI & Machine  
Learning

Carbon-neutral  
Production

Energy for Industry

Industrie 4.0 /  
Manufacturing-X

Hydrogen & Fuel  
Cells

디지털화  
(DX/AX)

지속가능성  
(Sustainability)

(Source : Prof. Y. Joo)



**지속가능성 중심 시대정신의 표출**



# CES2023부터 시작된 트렌드 : 관점·시대정신의 변화

6



**John Deere**

**VS.**



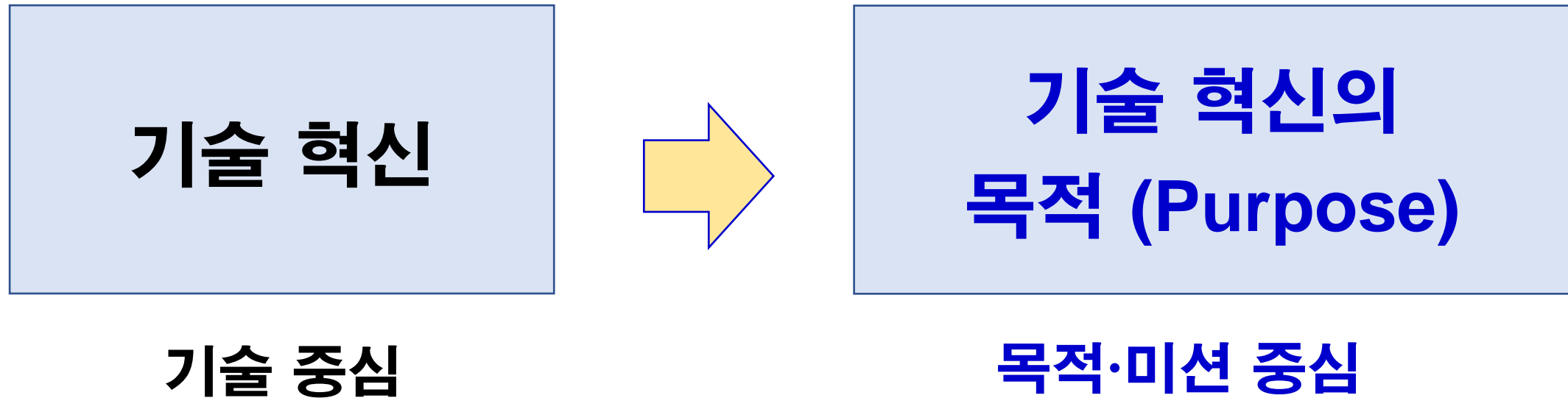
**BMW**



**CES 2023 대표사례**

(Source : CTA, Prof. Young-Sup Joo)

Prof. Dr. Young-Sup Joo - September 2024



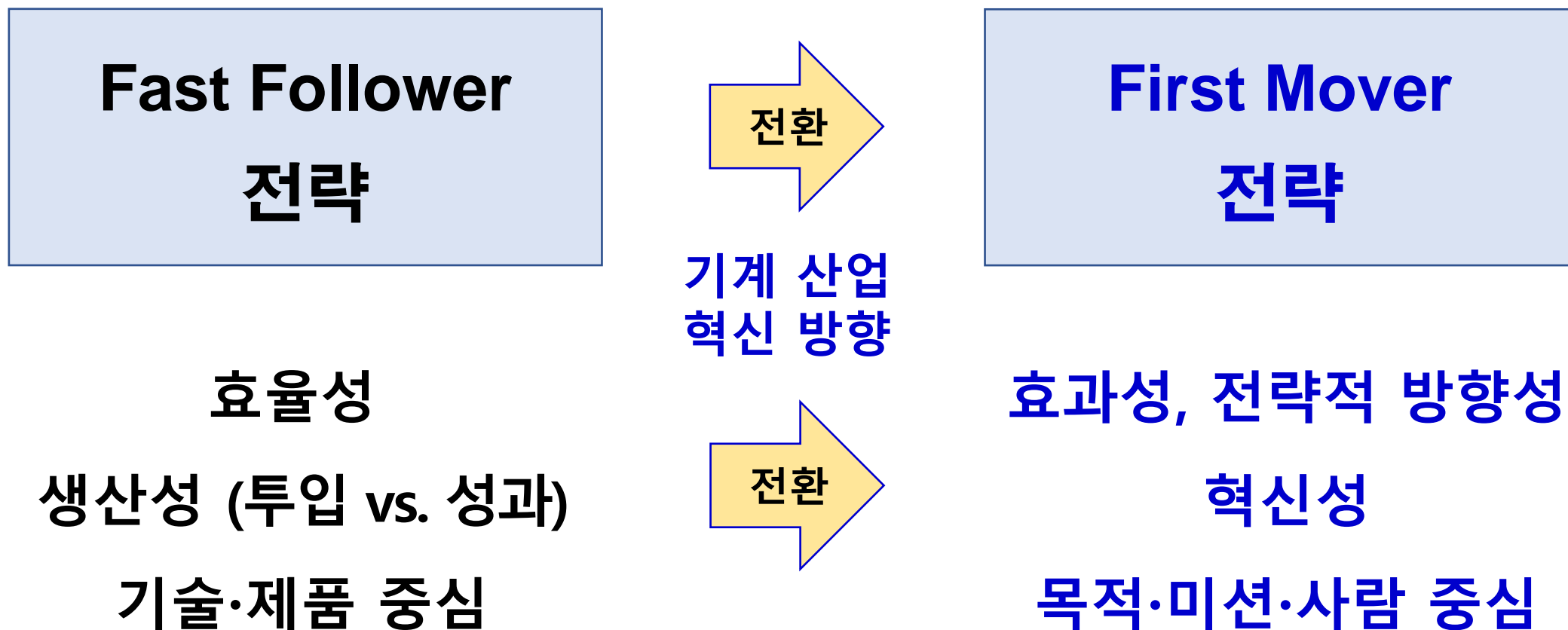
## 관점·시대정신의 변화

- 환경 및 사회의 지속가능성 부상
- 업의 재정의 : 기술·제품 중심 ⇨ 목적·미션·사람 중심

**대한민국 기계 산업 혁신도**  
**대전환 시대가 요구하는**  
**Purpose, Mission, 시대정신 중심의**  
**패러다임 전환 및 주도가 핵심입니다**



## □ 우리 당면과제인 First Mover 전환의 핵심 성공요건

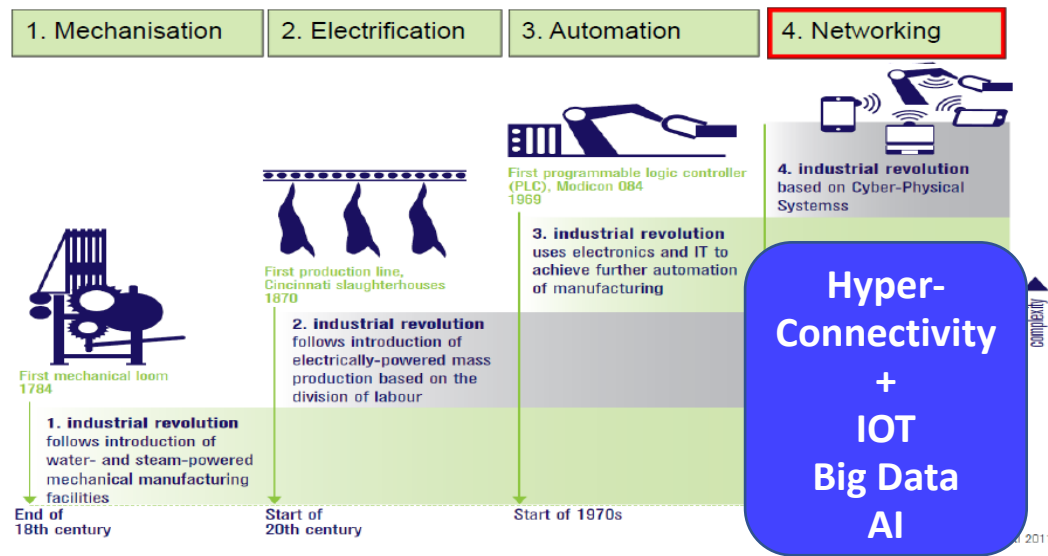


# 디지털·AI 대전환과 디지털화

- “Connectivity + Data + AI”

- 2020년대는 데이터의 시대 : CES 메가트렌드
- 사물인텔리전스로 데이터의 시대 연다 : " 디지털 대전환 " 의 핵심

(Source : DFKI, CTA, Modified by Prof. Y. Joo)



(연결, 데이터, AI 기반)



IoT  
Internet of Things

연결  
5G/6G



데이터



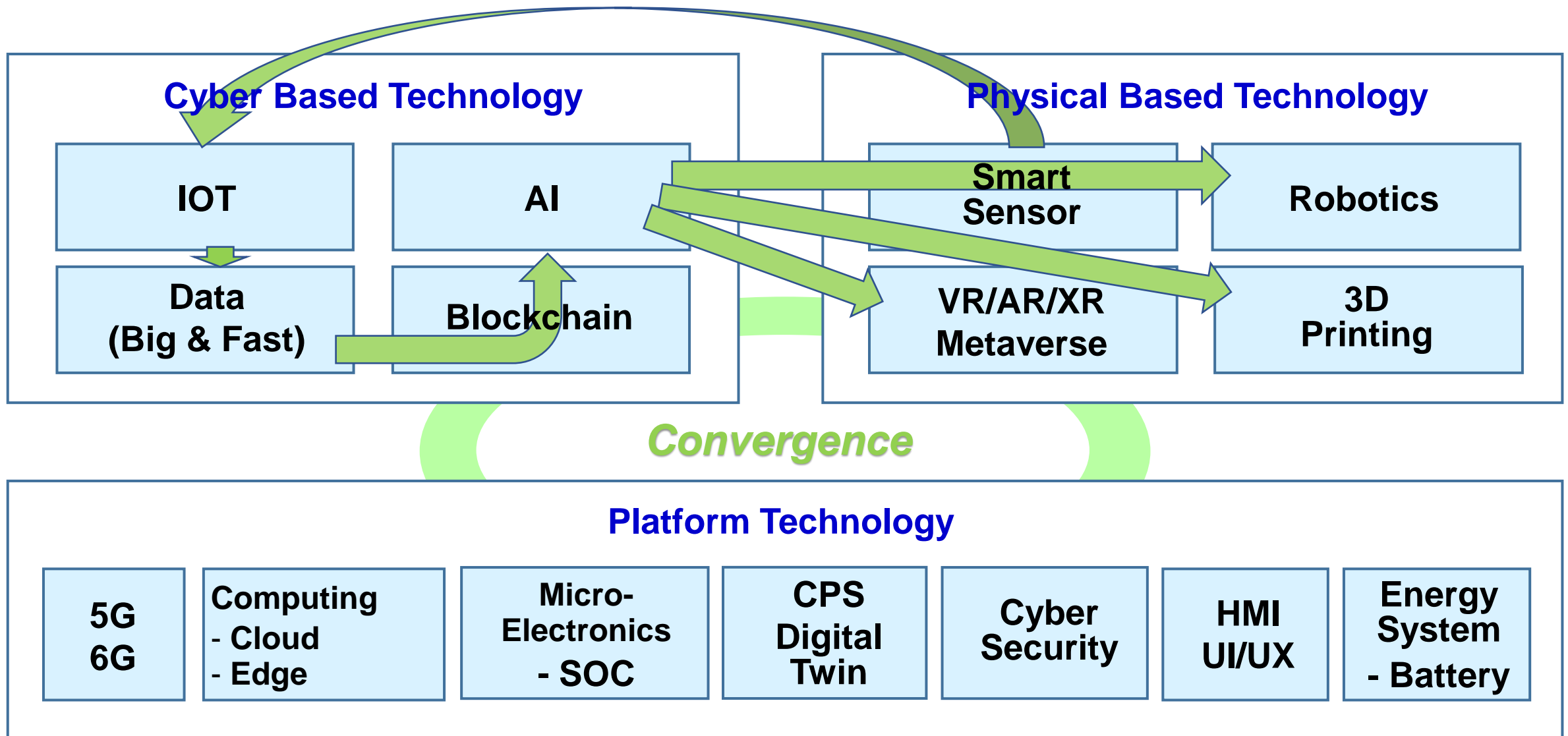
IoT  
Intelligence of Things

지능  
AI

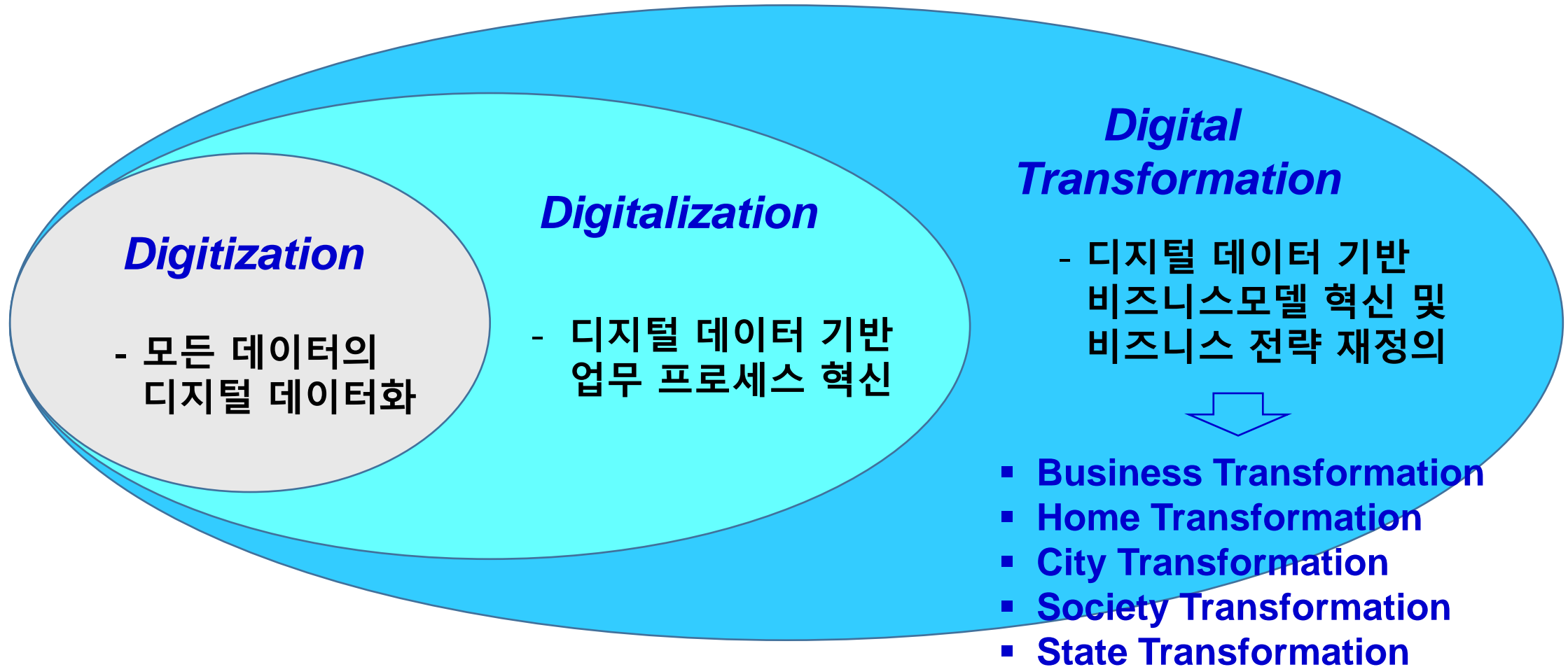
⇒ [Connectivity + Data + AI] 기반의 DX 역량 확보가 국가 및 기업의 성공요건

# Enabler : Digital Transformation (DX) 핵심 기술

12



## □ Digitization, Digitalization & Digital Transformation



4차 산업혁명의 기업에 대한 주요 Impact는  
기술혁신이 만드는 비즈니스모델(BM) 혁명임

Before

➤ 대량생산 · 소비

4차 산업혁명



After

➤ 맞춤형 생산 · 소비  
(개인 / 대량 맞춤형)

- 맞춤형 제품
- 맞춤형 서비스
- 맞춤형 의료
- 맞춤형 금융 등등

*Digital  
Transformation*  
“Customization”  
“Personalization”

- DX 기반 비즈니스 모델 혁명이 최우선 과제
- 고객 연결 : “기관총 난사”式 ⇨ “조준 사격”式 취향 저격

**4차 산업혁명은  
DX 기반 비즈니스 모델 혁명이다**

**세계는 지금  
DX 기반 비즈니스 모델 혁명 중**

**모든 기업과 국가의 미래는  
비즈니스 모델 혁명의 성공에 달려 있다**





## □ 비즈니스 모델 혁명이 최우선 과제

- Digital Transformation을 통한 맞춤화·개인화 추세 대응
- 효율성 중심 ⇨ [방향성·효과성·다양성 + 효율성] 동시 추구
- DX 기반의 비즈니스 모델 (BM) 혁명이 관건

## □ 비즈니스 모델 혁명으로 新융합산업 혁명 중점 추진

- 제조업, 서비스, 정보통신, 에너지, 콘텐츠 등 연관 산업 융합을 통한 거대한 新융합산업 육성 ⇨ 글로벌 경제 판도 재편
- 제품 혁신, 제품-서비스 융합, 플랫폼화, 제품-금융 융합, 데이터 기반 BM 등 다양한 BM 개발 필요

## □ 비즈니스 모델 혁명으로 새로운 BM 지속 개발

- Business·Enterprise·City·Society·State Transformation

DX 기반으로 시장 니즈, 기술, 산업·기업특성 등 고려한 다양한 BM 개발 필요

## □ 제품·서비스 혁신 (P/S)

- 개인화/맞춤화, 친환경 추세 대응, 산업별/기업유형별 전략 차별화

## □ 제품과 서비스의 융합 (P+S)

- ‘제품의 서비스화 (XaaS)’, 新부가가치/新성장동력 창출

## □ 플랫폼 (ΣP)

- 수요자와 공급자를 연결하는 ‘디지털 플랫폼’
- ‘Total Solution Provider’ 플랫폼 : 제품·서비스 Bundling 등

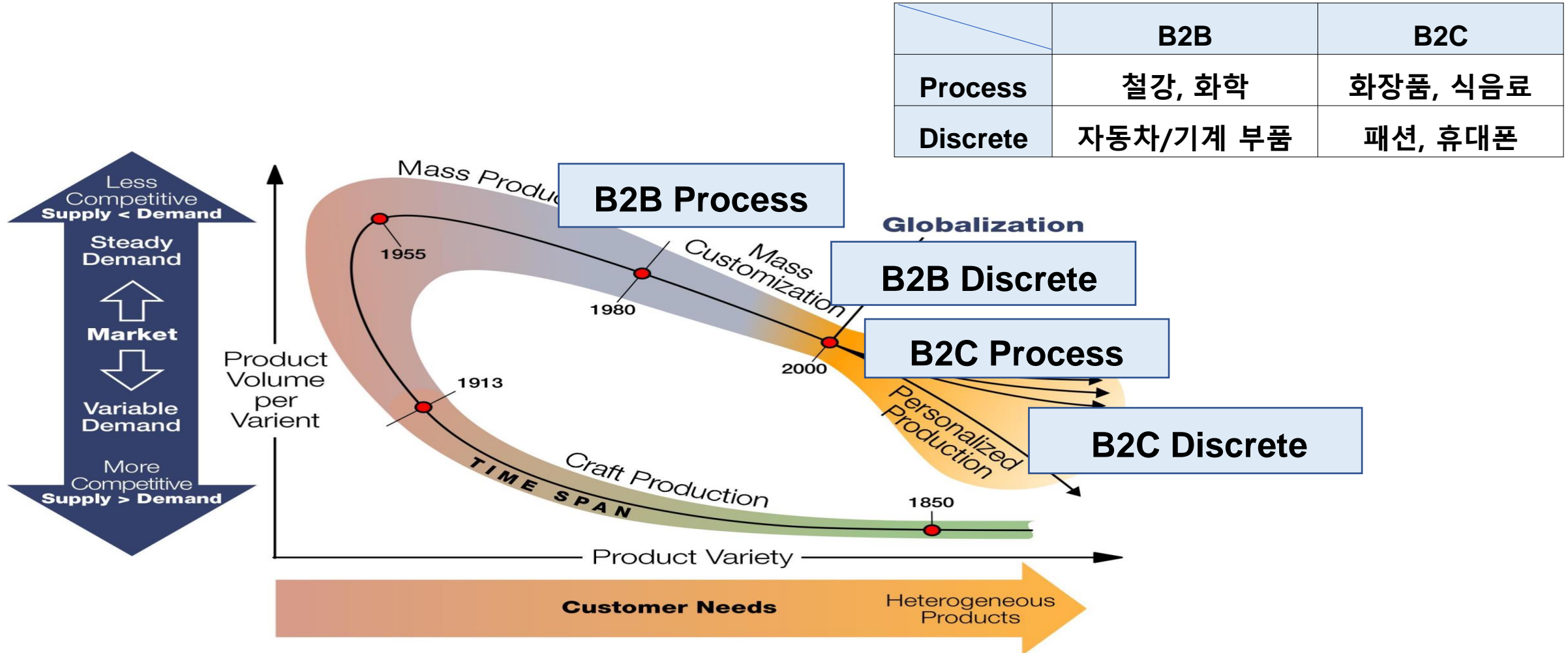
## □ 제품과 금융의 융합 (P+F)

- 구독모델, ‘Pay per Part’ 등 새로운 BM 지원, Project Financing 등

## □ 새로운 비즈니스모델의 지속적 개발 및 적용

- MOQ(최소주문량) 혁신 BM, 데이터 기반 BM, ‘O2O’ & ‘O4O’ BM, IPR 기반 BM 등

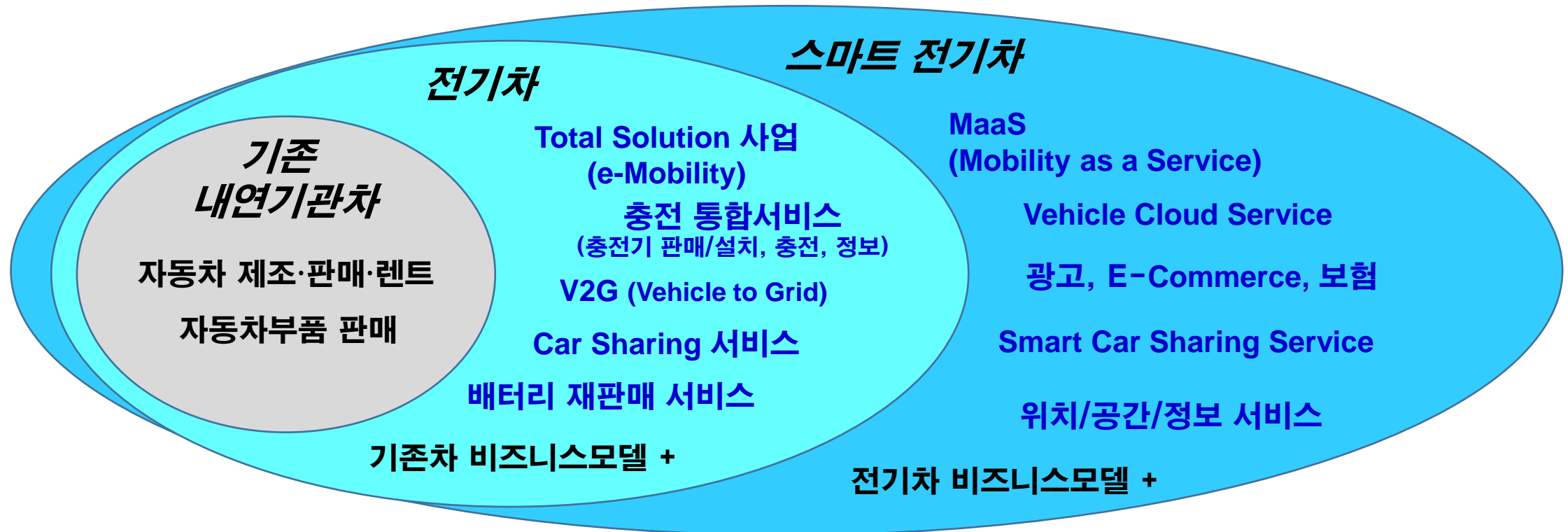
## □ DX 기반의 맞춤화/개인화 추세에 대응하되, 산업별, 기업 유형별 전략 차별화



(Source : Yoram Koren, modified by Prof. Y. Joo)

## □ 제품의 서비스화 (Servitization / XaaS) : 대규모 신성장동력

- ✓ DX로 산업의 경계 소멸 추세 ⇒ 연결(Connectivity)이 만드는 새로운 BM
- ✓ DX 기반 서비스화 : 제품 판매 ⇒ [제품 + 사용 전주기 서비스] 판매
- ✓ 사례 : 자동차 산업



## □ 디지털 플랫폼 BM : 수요자-공급자 연결 기반 새로운 BM

➤ 디지털 플랫폼의 주도권이 기업/국가 미래 좌우할 것

B2C



B2B



(Source : Google, Amazon, Microsoft)



### □ “Total Solution Provider” BM : 생태계 연결 기반 새로운 BM

- Packaging: “제품+제품”(수평), “제품+부품+서비스”(수직) 등
- 사례 : 전기차/그린수송시스템, 플랜트, 공작기계, 요트 클러스터 등



#### ✓ 대·중소기업간 협업

- 상호 보완, 시너지

#### ✓ 중소기업간 협업

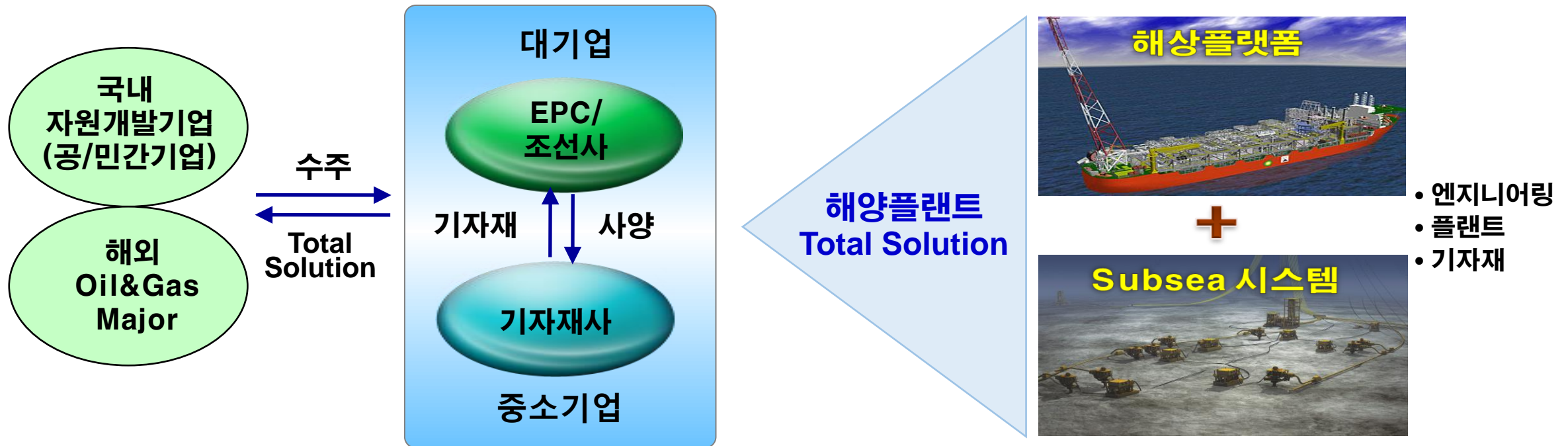
- 네트워크형 기업
- 공동 협력사업

(Source : Prof. Young-Sup Joo)



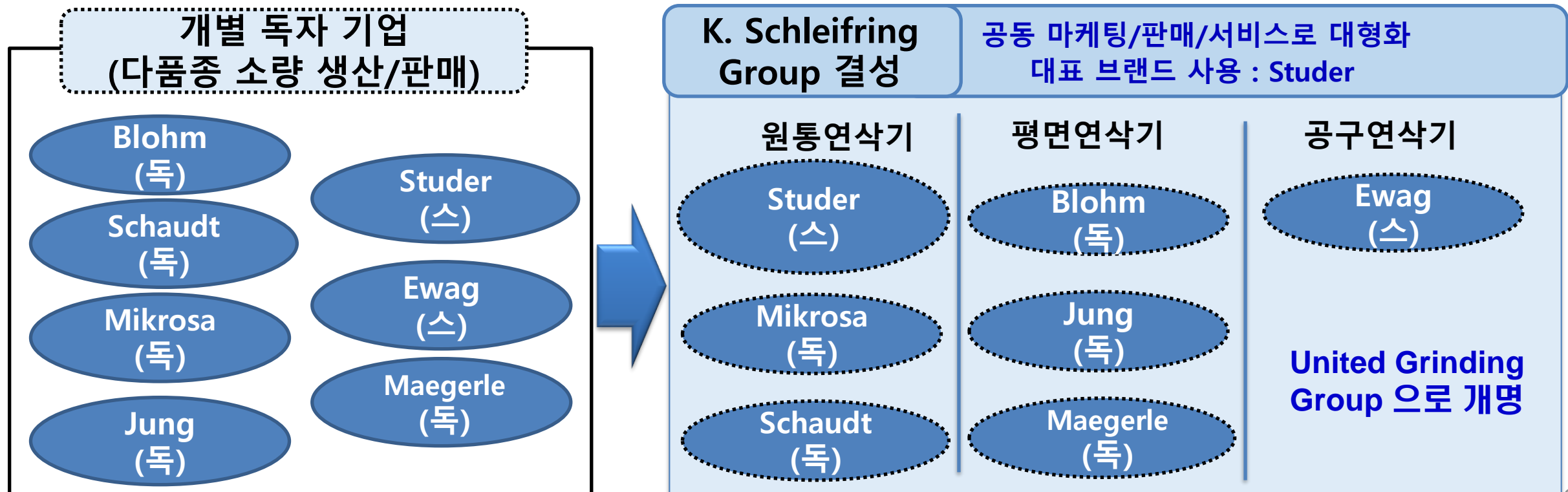
## □ “Total Solution Provider” BM의 확산 (1)

- 대·중소기업 간 협업/협력 : 사례의 발굴 및 확산
  - 정부의 정책 및 R&D 예산 지원으로 확산 유도/촉진
- 사례 : 해양플랜트 (해상/해저 엔지니어링 및 기자재 Total Solution 제공)



## □ “Total Solution Provider” BM의 확산 (2)

- 중소기업 간 Alliance 및 협업/협력 : 사례의 발굴 및 확산
  - Virtual Line-Up을 통한 신 기업구조, J/V 등
- 사례 : 독일/스위스 중소 연삭기업체 연합, 호주 요트산업 연합



## □ “Product + Finance” BM

- 제품과 금융을 결합한 다양한 사업모델 개발
  - 신 Financing 기법, 기술 기반 금융, 구독 모델 등 확대
- 사례 : 항공기엔진, Turbine/발전기, 플랜트, 전기차 등

## □ 사례 : 공작기계 산업의 “Pay per Part” BM

- Trumpf Group과 Munich Re 협업
  - Trumpf Group : 레이저 커팅기 등 공작기계 기업
  - Munich Re : Financing 기업
- Revenue Model 혁신
  - 장비 가격 ⇨ 부품 생산 수량 당 가격
  - **고객 입장 : 고정비의 변동비화로 혁신적 가치 제공**



(Source : Trumpf Group)

## □ DX's 3 Key Components : Connectivity – Data - AI

- ✓ Connectivity : IOT, Sensor Network, WiFi, 5G/6G Communication, etc.
- ✓ Data : Big Data & Fast Data (Real Time)
- ✓ AI : 생성형·분류형·예측형 AI, Cloud & Edge Computing

(Source : CTA, Modified by Y. Joo)

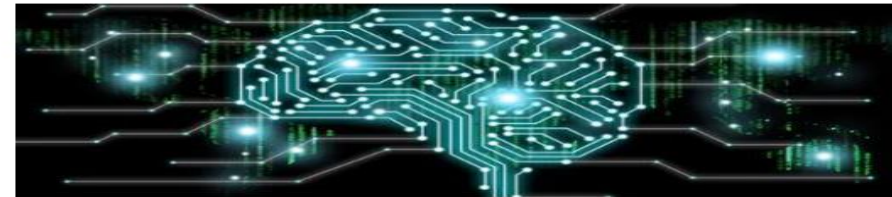


**IoT**  
Internet of Things

**Connectivity**  
**5G/6G**



**Data**

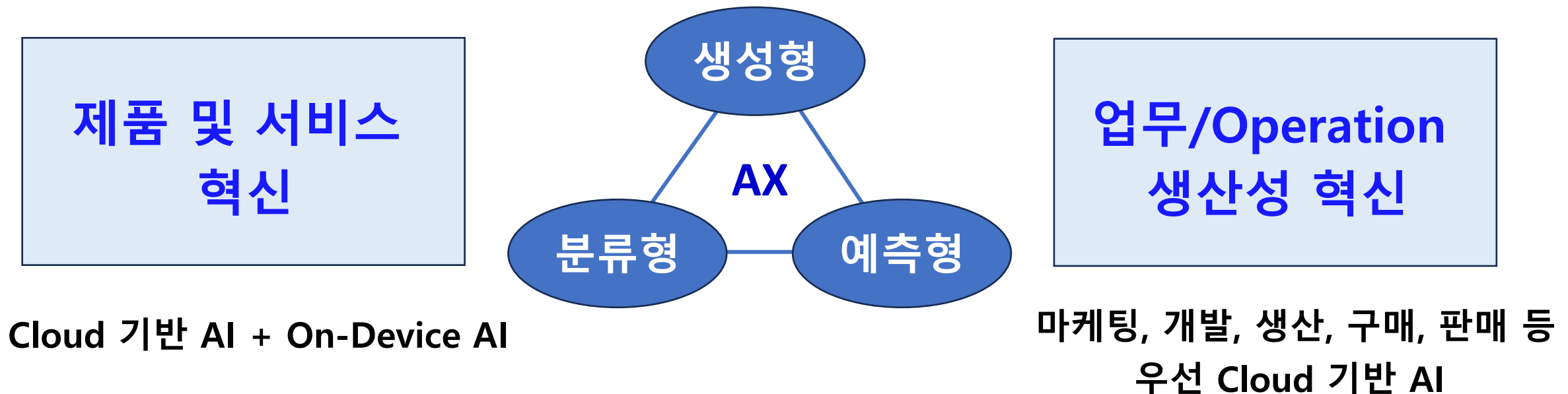


**IoT**  
Intelligence of Things

**Intelligence**  
**AI**

## □ 전면적 AI 도입 : 생성형·분류형·예측형 AI 망라

- 도입 분야 : [제품 및 서비스 혁신 + 업무/Operation 생산성 혁신]
- 도입 방법 : [Cloud 기반 AI + On-Device AI] 병용 (Hybrid AI)
  - Cloud 기반 AI : 마이크로소프트/오픈AI, 구글, 네이버 제공 AI 사용 (LLM / sLLM)
  - On-Device AI : 기계장비, 자동차, 로봇, 드론, 스마트폰, PC 등에 AI 탑재 (sLLM)



## □ 제조 분야의 AI 대전환(AX) : AI의 3대 강점 분야 및 주요 적용 사례

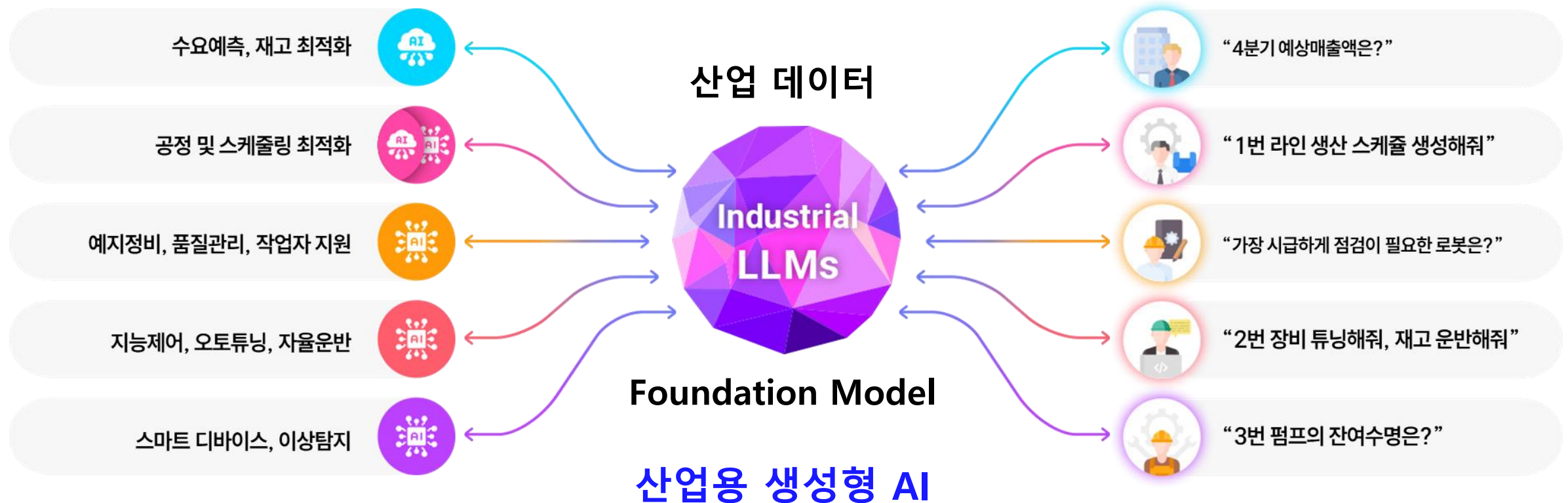
분류	Classification	Classify/label visual objects	Identify objects, faces, etc. in images and videos	Deep Learning	Visual Inspection	Quality Assurance
		Classify/label writing and text	Identify letters, words, words in words, etc.			
		Classify/label audio	Classify sounds, voices, songs from audio files			
		Cluster, group other data	Segment customers (e.g., customers with similar product features) into categories or clusters			
예측	Prediction	Discover associations	Identify that people who watch certain TV shows also read certain books	Transformer LLM	Predictive Maintenance	Sales Forecast
		Predict probability	Predict the probability that a customer will choose another product			
		Forecast	Trained on historical data, forecast demand and for a product			
생성		Value function estimation	Trained on thousands of games, predict/optimize dynamic game strategies from future states	Transformer LLM	Product & Service Design	Digital Supply Network
	Generation	Generate visual objects	Trained on a set of artist's paintings, generate a new painting in the same style			
		Generate writing and text	Trained on a large corpus, fill in missing parts of a sentence			
		Generate audio	Generate audio from textual descriptions			
		Generate other data	Train on data from countries with low quality of life, fill in missing data points		Software Programming	Product/Process Optimization

(Source : McKinsey Global Institute, Modified by Prof. Y. Joo)



## □ 산업용 생성형 AI : 자연어 대화 및 멀티모달(Multimodal) 기반

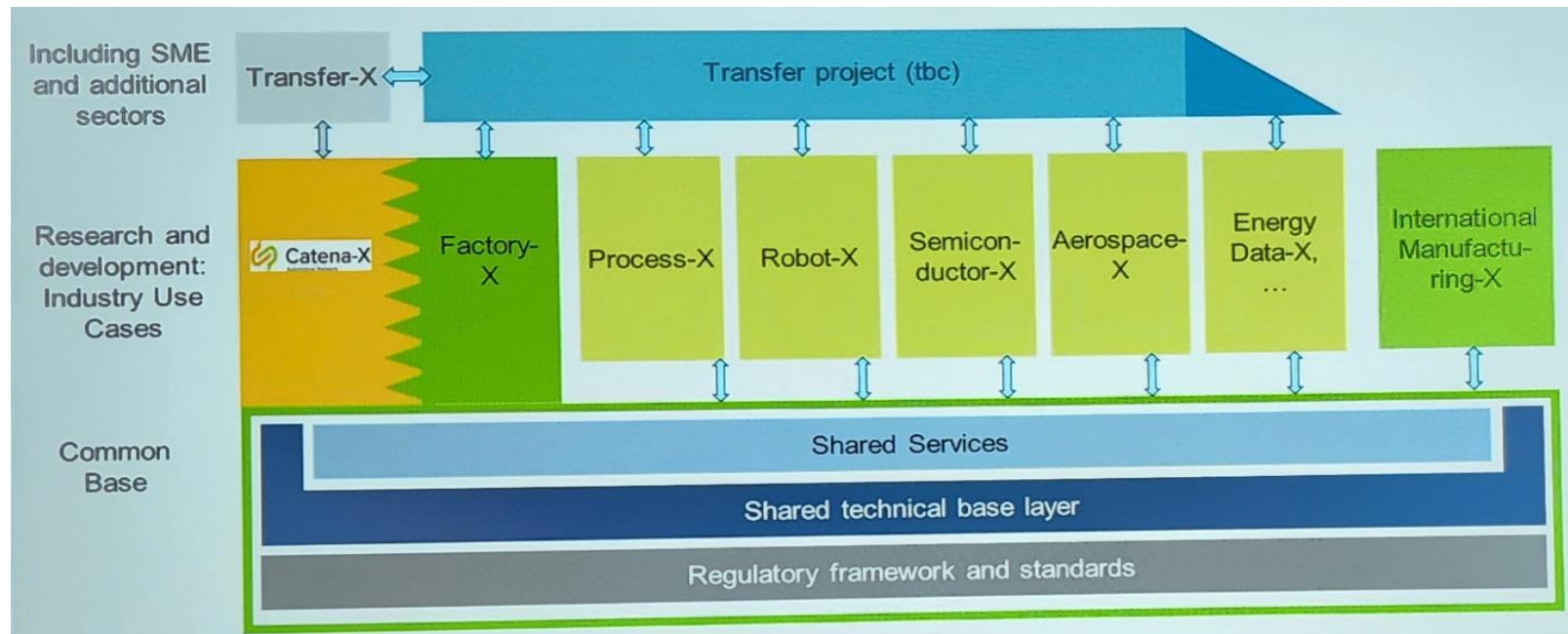
- 로봇, PLC 등 기계장비의 음성 제어 및 소프트웨어 코딩, 제품 및 공정 설계, 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 및 최적화, 산업 메타버스 구현 등 광범위한 응용





## □ Manufacturing-X 참조 : 독일/EU의 제조 데이터 공유 생태계 구축 이니셔티브

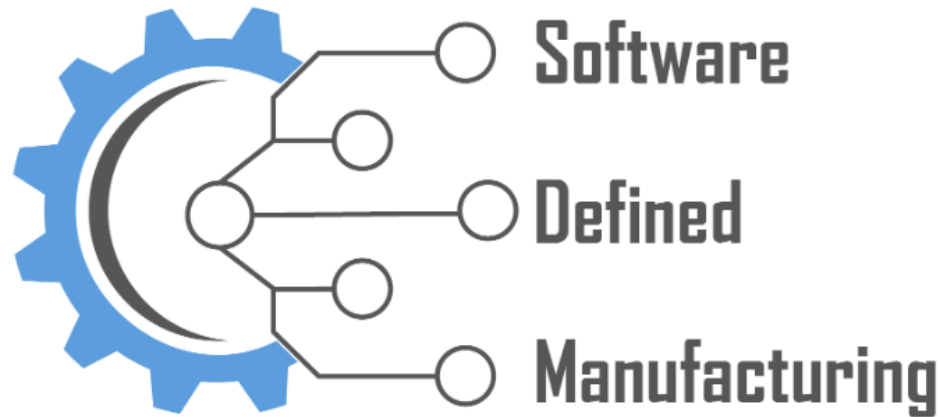
- 제조 데이터의 생성, 수집, 가공, 분석, 폐기 등 전주기 관리 : 민간 주도 데이터 협력
- 데이터 구조 및 모델링, 표준화, 활용 사례(Use Case), 거래 체계 추진
- 데이터/AI 주권 확보 및 디지털 경제 육성 목적
- Use Case 중심 확산 : 탄소배출량(Carbon Footprint), 추적성(Traceability), 순환경제 등
- Gaia-X ⇒ Catena-X ⇒ Aerospace-X, Process-X, Robot-X 등



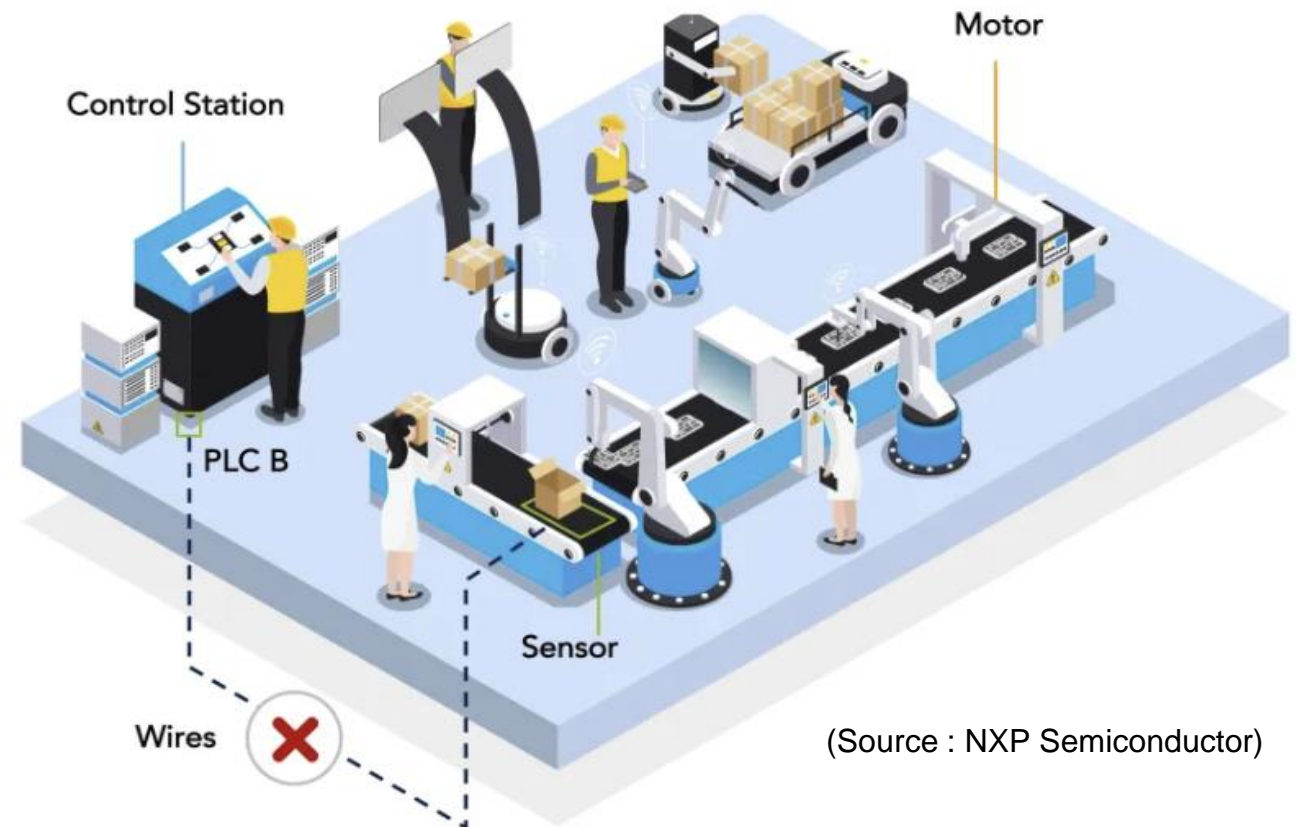
(Source : Factory-X)

## □ Why we need SDx, including SDM, SDF?

- Flexible Automation & Adaptable Production System : Software Upgradable
- New Business Model : SaaS (Software as a Service), Data Space, etc.



(Source : Arena2036)



(Source : NXP Semiconductor)

# 그린 대전환과 지속가능성

## - 환경 및 사회의 지속가능성 실현

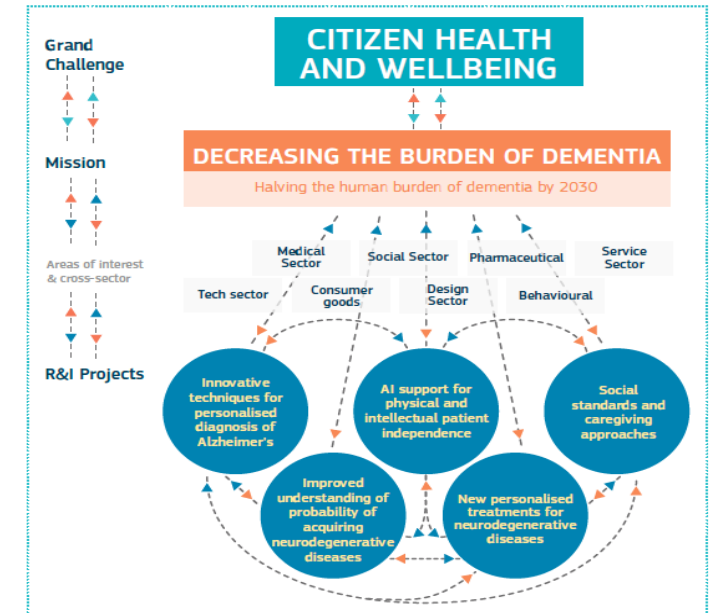
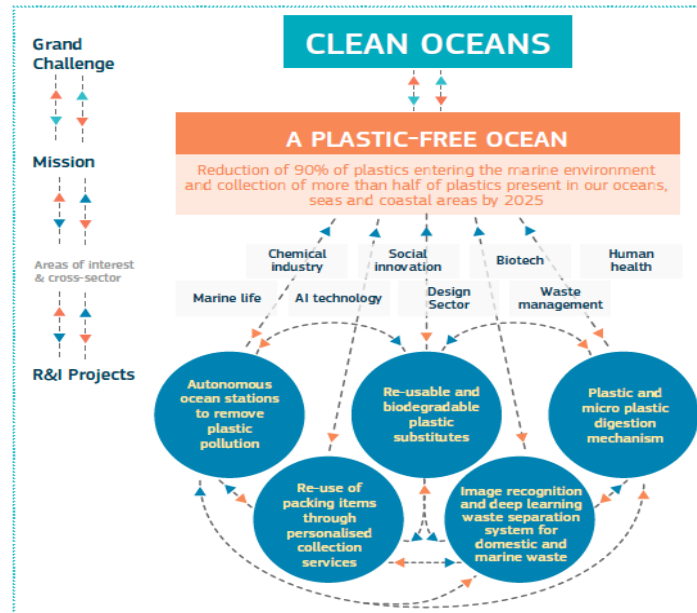
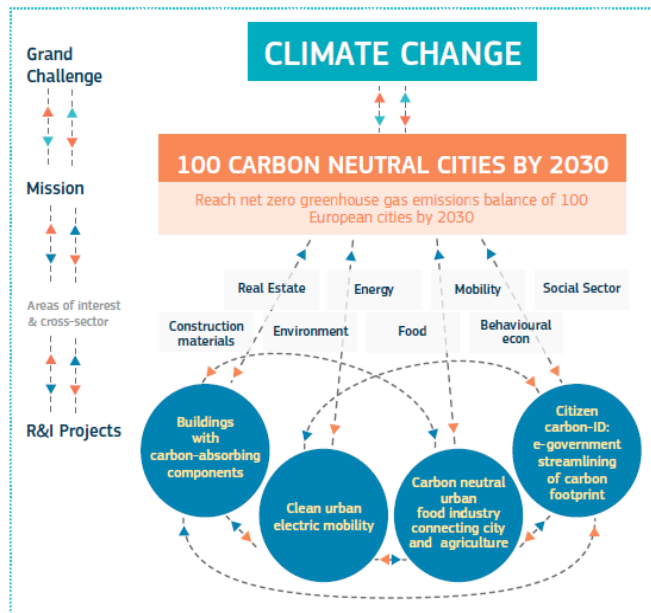
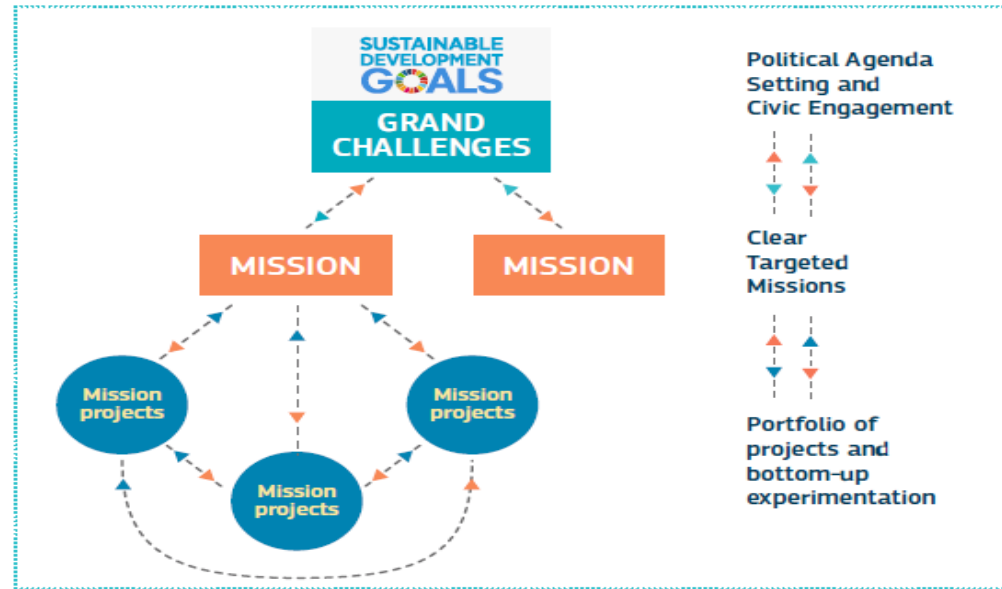
# 목적·미션 중심 패러다임 전환 사례 : EU (proposed by Prof. Mazzucato)

33

미국 NASA  
“Man on the Moon”  
벤치마킹

(Source : EC, Prof. Mazzucato)

미션 중심 R&D로  
EU 과학기술력  
세계 최고화 추진

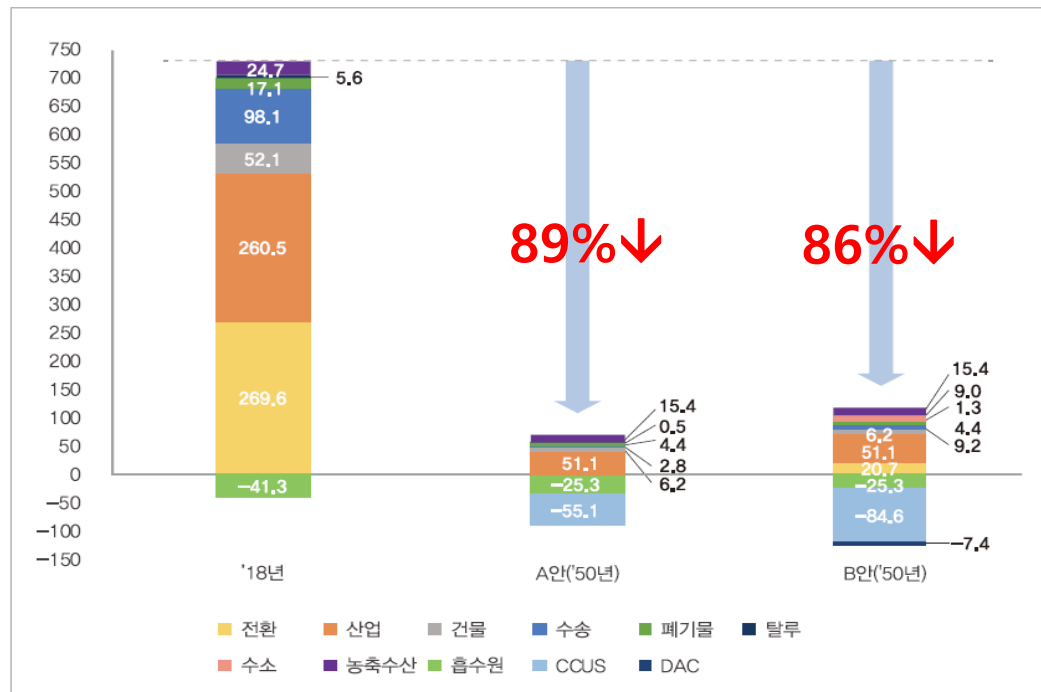


# 그린 대전환 : 탄소중립(Net Zero) ⇨ 지속가능성

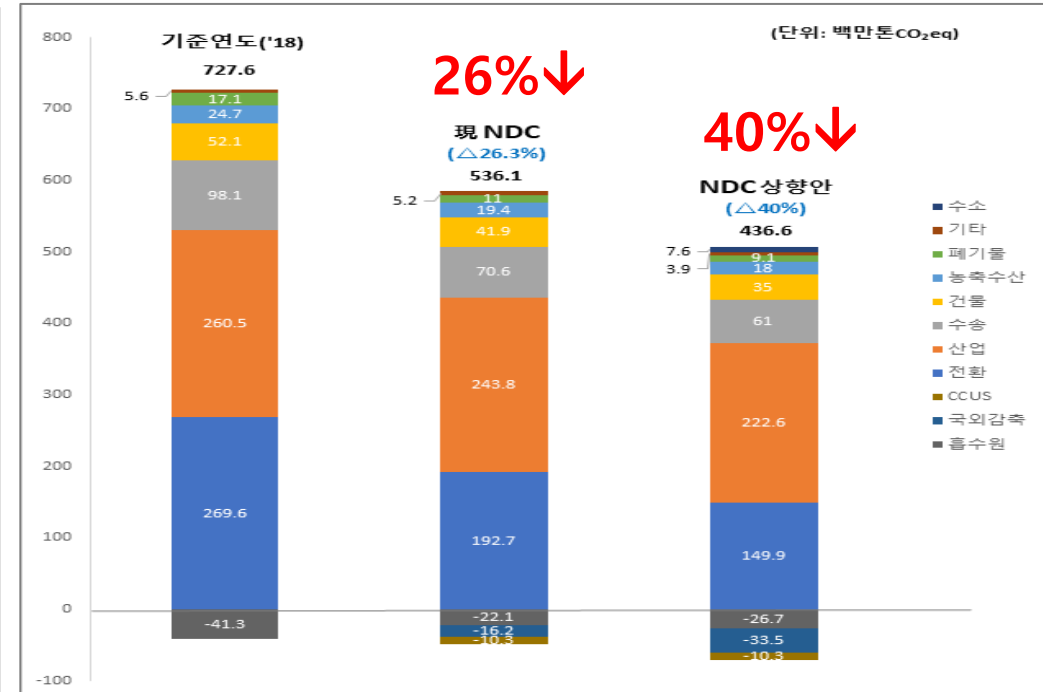
34

## □ 탄소중립 : 대한민국 사활이 걸려있는 국가적 과제 (2050 한국/미국/EU/일본, '60 중국)

### 한국 2050 탄소중립 시나리오 (LEDS)      2030 국가 온실가스 감축목표 (NDC)



A안 : 화력발전 전면 중단, 무공해차, 그린 수소 생산  
B안 : LNG 발전 일부 유지, 그레이·블루 수소 일부 생산, e-Fuel 사용



Source : 탄소중립위원회 (2021.10)

⇨ 글로벌 환경/무역규제 대응 : 산업 재편/저탄소화, BM 혁신, ESG 경영

한국 및 세계 부문별 온실가스 배출량

(단위 : 백만톤 CO2eq, %)

부문	한 국 (직접+공정배출)		세 계	
	배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)
전환 (발전)	269.6	37.0	13,700	27
산업 (제조)	260.5	35.8	15,810	31
건물 (냉난방)	52.1	7.2	3,570	7
교통·운송	98.1	13.5	8,160	16
농축수산 (사육·재배)	24.7	3.4	9,690	19
폐기물	17.1	2.3		
기타 (탈루,산림)	5.6	0.8		
총배출량	727.6	100.0	51,000	100.0

\* 자료 : GIR·한국에너지공단 종합 (2018년 기준), How to Avoid a Climate Disaster (Bill Gates, 2021)  
\* 한국과 세계 자료 간 단순 비교는 기준 차이 가능성으로 추천하지 않음

⇒ 탄소중립 실현은 에너지(발전) 및 산업(제조) 대전환에 달려 있음



**CF 100**

Prof. Dr. Young-Sup Joo - September 2024



## □ Digital Product Passport (DPP) 제도 대응 시급

➤ 2027년 배터리부터 적용, 이후 자동차로 확대



(Source : Kezzler)

## □ HM 2024가 제시한 탄소중립 제조의 주요 방향 : 기계 산업의 핵심 방향

- **전동화** : 유압, 공압, 열에너지를 전기 모터, 전기로로 전환
  - Schott(전기로), BASF(전기로, 전기모터) 등
- **에너지 절감 및 공정 효율성 제고** : 경량화, 디지털 트윈 기반 공정 및 설비 관리
  - 델타전자(디지털 트윈), 이노모틱스(경량 모터, 데이터 기반 관리) 등
- **순환 경제** : 설계 단계부터 폐기물·오염 방지, 제품 사용 유지 등 고려한 자원의 지속 순환
  - 노스볼트(배터리), 솔라머티리얼스(태양광 패널), KIT(콘크리트) 등
- **수소 기술과 수소 경제** : 수소연료전지, ESS(에너지저장시스템)
  - SFC Energy (PEM 타입 고성능 소형·경량 수소 연료전지)
- **공정 기술의 혁신** : 잘츠기터(수소환원제철), 엘레판텍(금속 잉크젯 프린팅) 등
- **디지털화** : 디지털 트윈 기반 시뮬레이션, 실시간 모니터링 및 최적화, AI 기반 예지보전 등
  - 다쏘시스템, 알테어, AWS 등

**대한민국 기계 산업이  
디지털·AI 대전환을 통하여  
환경·사회, 인류의 지속가능성을 선도하는  
글로벌 퍼스트 무버가 되길 바랍니다**

# 감사합니다!

[ysjoo@snu.ac.kr](mailto:ysjoo@snu.ac.kr)

[youngsup.joo@gmail.com](mailto:youngsup.joo@gmail.com)