

K-Machine으로 가는 길, 기계산업의 DX/AI 통합

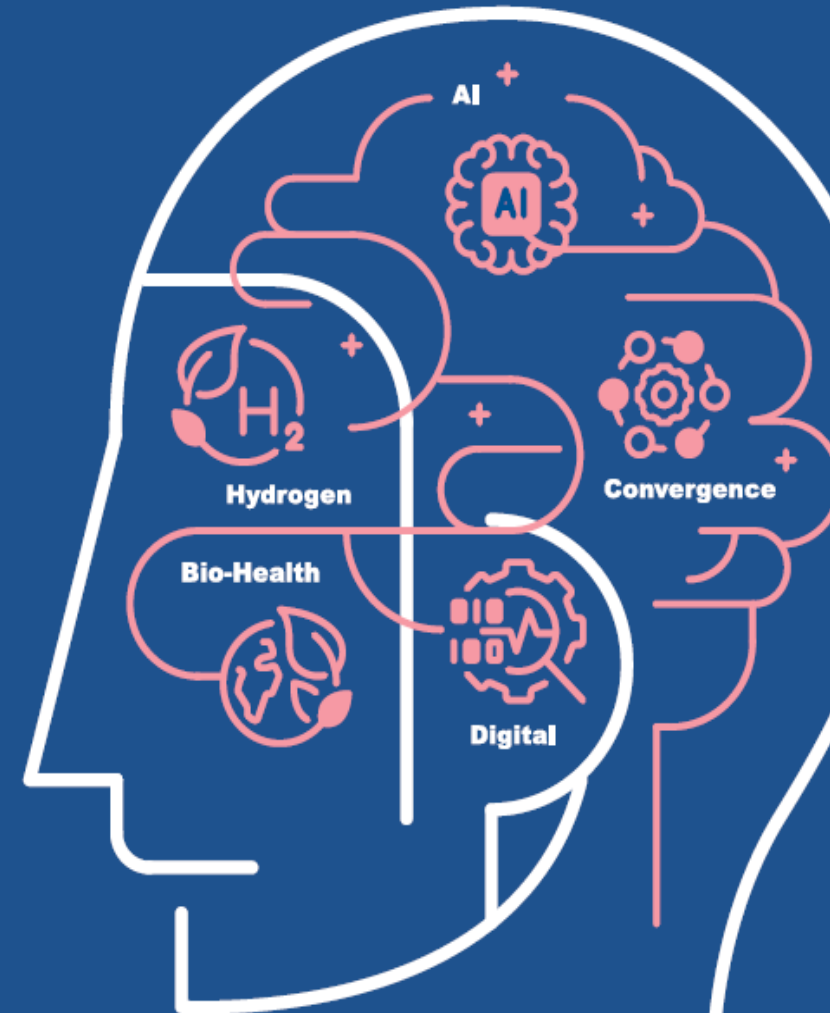
2024. 9. 4.

류 석 현, Ph.D.

한국기계연구원

KIMM
-MACHINE

www.kimm.re.kr



세상을 움직이는
한국기계연구원

K-Machine을
선도하다

목 차

1	한국 기계산업 현황
2	기계산업의 미래
3	선도사 벤치마킹
4	한국기계연구원의 역할
5	Summary

[붙임] 한국기계연구원 소개

- 1 한국 기계산업 현황
- 2 기계산업의 미래
- 3 선도사 벤치마킹
- 4 한국기계연구원의 역할
- 5 Summary

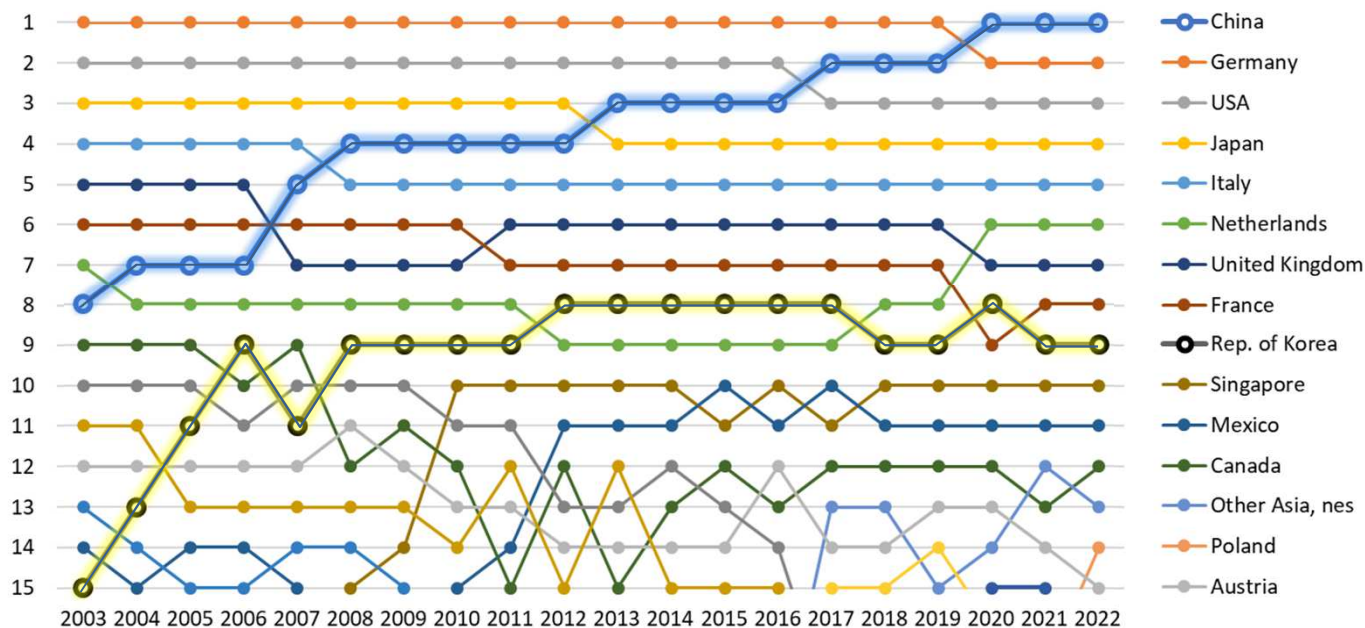
01

한국 기계산업 현황

한국 기계산업 글로벌 순위는 8~9위, M/S는 약 3%

- ▲ 중국은 2000년 초반 8위권에서 2020년부터 기계산업 1위로 부상
- ▲ 독일은 2020년 이후부터 중국에 이어 2위를 차지 ▲한국은 2012년 이후 정체

국가별 일반기계산업 수출 시장 순위 변화



Market Share (Top 10)

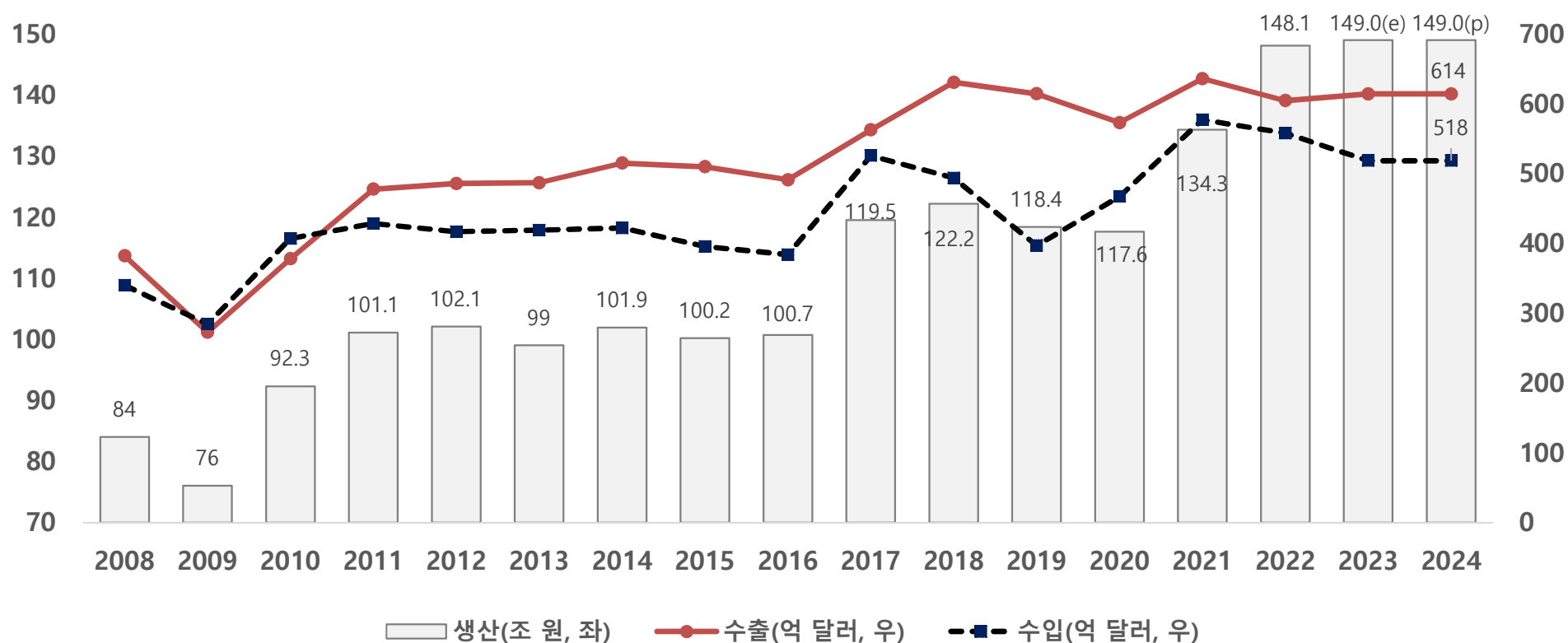
국가명	2019	2022
중국	13.2	16.9
독일	14.6	12.6
미국	9.8	9.8
일본	7.9	7.4
이탈리아	5.3	5.1
네덜란드	3.6	3.6
영국	3.8	3.6
프랑스	3.8	3.2
한국	3.4	3.1
싱가포르	2.6	3.1
M/S(계, %)	68.1	68.3

출처 : UN Comtrade DB

기계산업 생산액은 150조원 근접, 600억불 수출 돌파

- ▲ 2023년 기준 기계산업¹ 생산액은 149조원, 수출은 614억US\$, 수입은 518억US\$ 수준
- ▲ 수출은 2018년 600억US\$ 돌파 후 정체 국면

기계산업 생산, 수출, 수입 동향



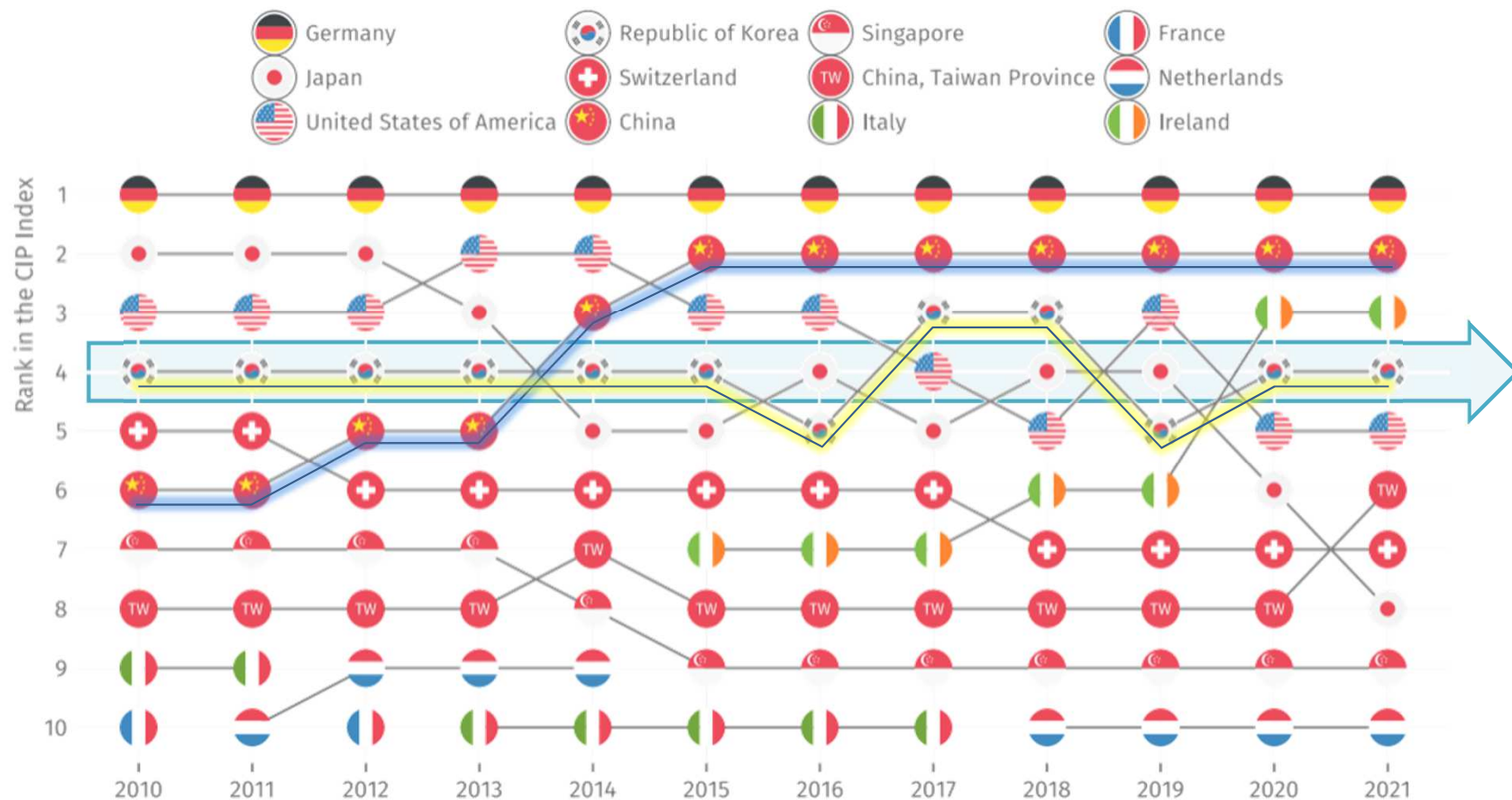
출처 : 통계청, 무역협회 DB를 이용하여 재구성

1. MTI 71(기초산업기계), 72(산업기계), 75(기계요소 공구 및 금형), 79(기타기계류), 732(반도체 제조장비), 736(평판디스플레이 제조장비) 기준

한국의 제조업경쟁력지수(CIP¹)는 세계 4위 수준 유지

▲ 제조업경쟁력지수 상위 5개국은 독일, 중국, 아일랜드, 한국², 미국 順

▲ 대만, 스위스, 일본, 싱가포르, 네덜란드가 6~10위를 차지



출처 : UNIDO

1. CIP(Competitive Industrial Performance)는 1인당 제조업 부가가치, 제조업 수출액 등 8개 항목을 종합한 지수(격년 발표, UNIDO)

2. GDP 대비 제조업 부가가치 점유율: 23.0%('00) → 27.0%('10) → 27.0%('21), 1인당 제조업 수출지수: 0.19('00) → 0.29('10) → 0.32('21)

- 1 한국 기계산업 현황
- 2 기계산업의 미래
- 3 선도사 벤치마킹
- 4 한국기계연구원의 역할
- 5 Summary

02

기계산업의 미래

1. 패러다임 전환

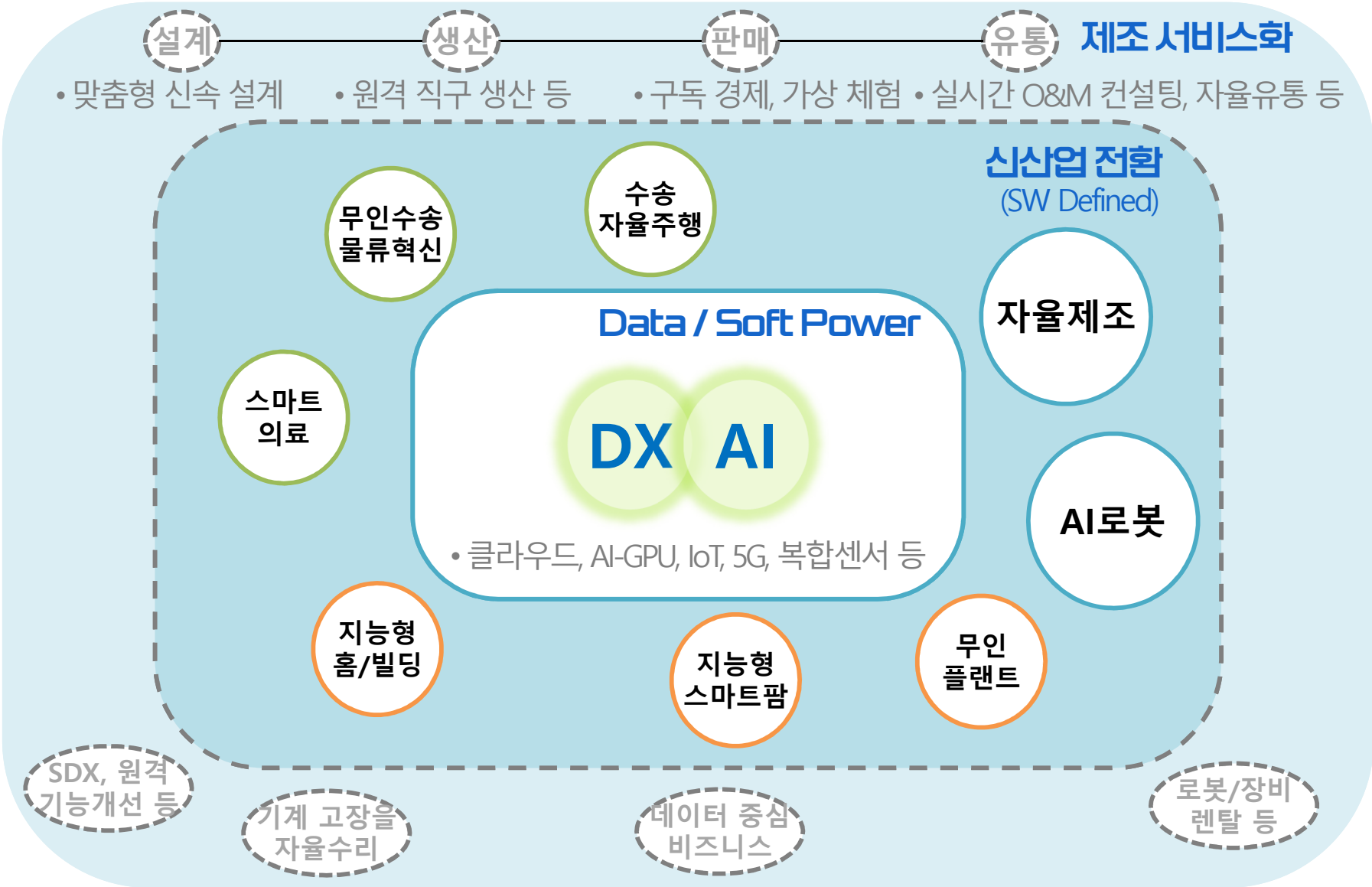
2. 미래 방향성

3. 대응 방안

기계산업은 DX/AI 융합으로 패러다임 전환기에 있음

Paradigm Shift by DX/AI		Illustrative
1	자율화, 비정형 작업의 정형화	<ul style="list-style-type: none">주행의 자율화 → 자율주행자동차공정의 정형화 → 산업용 협업로봇물류 프로세스의 정형화 → 자율 물류혁신 시스템배송의 정형화 → 자율 물류 배송 등
2	직관화 (연역 → 귀납 솔루션)	<ul style="list-style-type: none">AI 기반 PHM코딩 없는 프로그래밍, AI가 AI 프로그래밍도면 없는 설계(직관설계)AI 기반 의사결정/운영시스템
3	지능대량생산, 자가진화	<ul style="list-style-type: none">클라우드-엣지 로봇 (진화 로봇 대량 생산)<ul style="list-style-type: none">예: 조리법 학습 축적에 대해 SW Defined 유형 업그레이드빅데이터, 클라우드 기반 일괄 진화하는 기계고장 기능에 대한 학습 축적 기반 자율수리 기계
4	분산화, 개인화	<ul style="list-style-type: none">스마트 팜 → 스마트 홈 팜스마트 병원 → 스마트 홈 병원스마트 공장 → 스마트 홈 공장(1인 제조 등)스마트 방송 → 스마트 홈 방송(1인 방송 등)
5	협력화, 공유화	<ul style="list-style-type: none">부품-장비-공정-공장 간의 소통/협력 → 스마트공장, 자율제조자동차들 간의 소통/협력 → 커넥티드 카건물들 간의 소통/협력 → 스마트시티로봇-로봇, 로봇-사람의 소통/협력공유 차량, 공유 숙박 등 공유 경제

이러한 패러다임 변화는 제조 서비스화를 가속화하고 있음



미래 기계산업은 자율화와 친환경화를 중심으로 변화

▲ 기계산업의 공통적인 트렌드인 친환경과 자율화를 선도하는 기술과 제품이 부상

▲ 기계산업 전 업종에 걸쳐 기술의 융·복합화 가속화 추세

생산시스템/ 로봇

- (트렌드) 자율화, 연결화, 가상화
- (부상 기술/아이템)
 - 스마트/신제조 부품 → 자율형 장비 → 자율형 공정 → 자율제조 공장
 - 휴머노이드, 고난도 작업 로봇, 협업/지원 로봇, 클라우드 로봇(지식 대량생산) 등

수송/운송

- (트렌드) 환경, 안전규제 강화, 자율화, 초연결
- (부상 기술/아이템)
 - 자율주행(전기)차, 연료전지차 등, 차량 내부 첨단 인테리어 산업, 극지 내연기관, 마이크로 모빌리티, 자율운행 선박/항공, 드론, 협업 수송 기술

환경/에너지

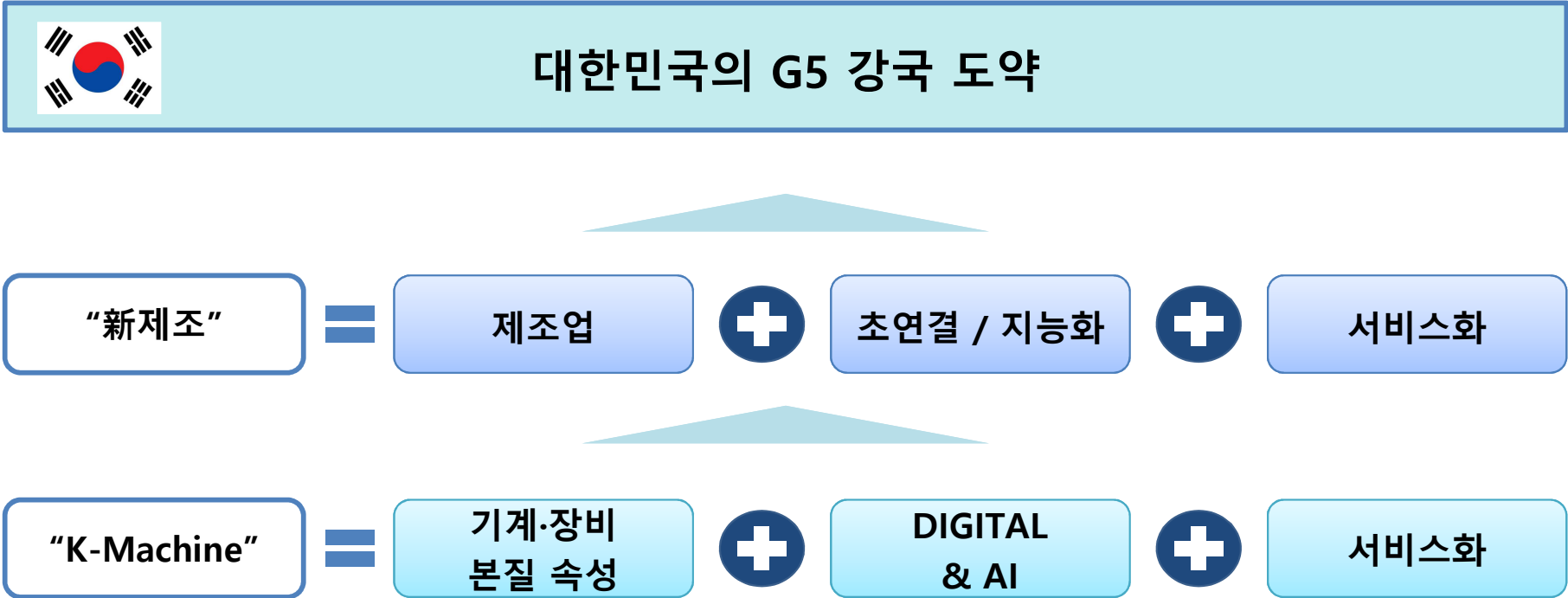
- (트렌드) 미세먼지, 개인 환경 관심 증대, 기후변화, e-프로슈머, 스마트그리드
- (부상 기술/아이템)
 - 무인 플랜트, 전산업 자율 오염원 처리 기술, 장주기 ESS 네트워크, 개인 환경 관리, (가정용) 소형 분산 발전, F/H/BEMS, 신재생 발전/충전서비스, 가상/무인 발전 등

휴먼강화

- (트렌드) 개인별 세부 맞춤화, 실시간 간편 진단, 증강/재활 보조, 디지털 개인 관리
- (부상 기술/아이템)
 - 인공지능 연계 맞춤형 웨어러블 기기/로봇, 디지털 의류(옵니텍스 등), 가사 로봇, 개인 맞춤형 스마트 의류, 실시간 간편 진단 기기/건강 관리, 개인 디지털트윈 등

K-Machine 구축으로 기계산업의 새로운 도약 기대

- ▲ 기계산업의 DX/AI/서비스화 선도 사례 다수 창출로 “K-Machine” 브랜드 구축
- ▲ 약 10년간에 걸친 정체기를 벗어나 기계산업의 글로벌 시장점유율 도약 기대



[K-Machine 정의]

- 디지털·인공지능 및 서비스 기술이 접목하여 제조 혁신 기반이 되는 한국의 기계·장비

[K-Machine 효과] 사업확장/돌파, 기업/고용창출, 제조/혁신기반

- 1 한국 기계산업 현황
- 2 기계산업의 미래
- 3 선도사 벤치마킹
- 4 한국기계연구원의 역할
- 5 Summary

03

선도사 벤치마킹

(BMW) 엔비디아와 협업으로 생산 공정의 DX 가속화

- ▲ 그래픽, 가속 컴퓨팅, 시뮬레이션 및 AI 기술의 집합체인 옴니버스 플랫폼 적용
- ▲ 가상으로 완성차 검증/테스터, 생산시간단축, 공장 간 연결 등으로 생산성·효율성 향상



출처: NVIDIA, BMW Group Opens Debrecen Factory in NVIDIA Omniverse

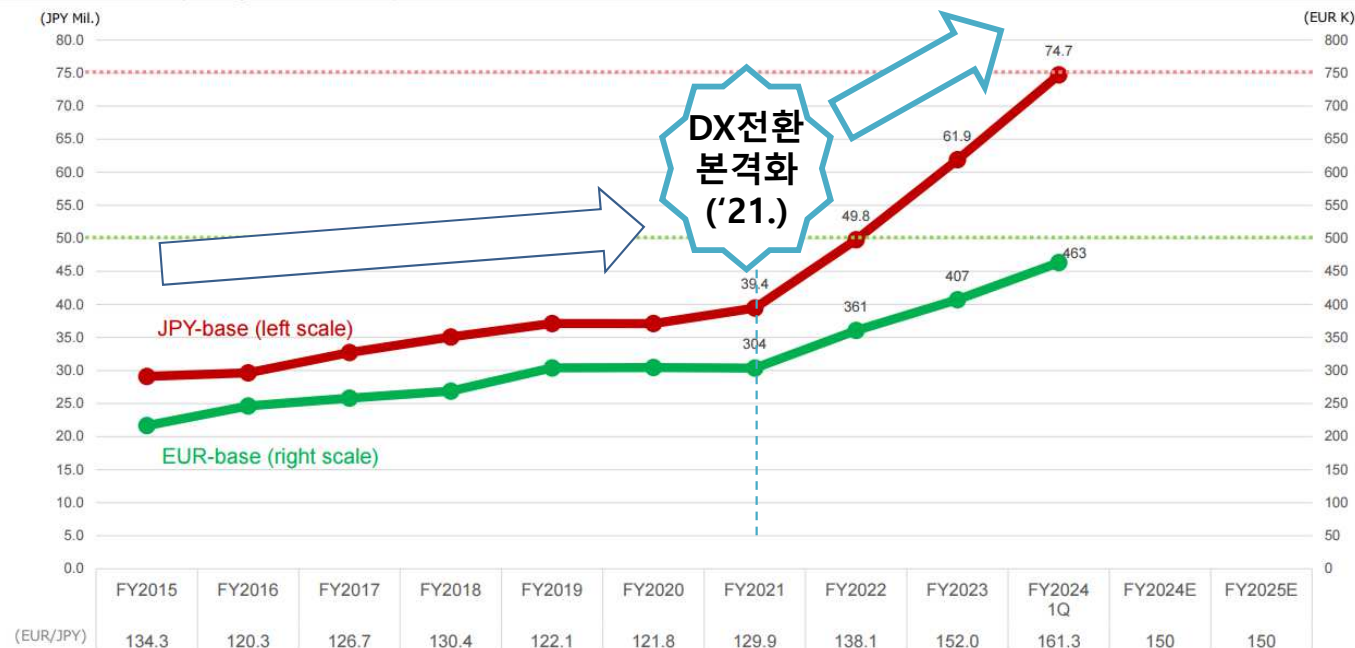
(DMG Mori) 지멘스와 MX용 모듈 및 실용 프레임워크 구축

- ▲ 지멘스(Siemens)와 협업으로 공작기계 최초 End-to-End 디지털트윈 개발
- ▲ MX¹ 솔루션 제공으로 생산성&효율성 40% 이상, 제품 평균 단가 80% 이상 향상

Average Order Price per Unit

DMG MORI

- MX (process integration, automation, GX, DX) solutions continue to boost average price
- EUR-based order price grew almost as planned



출처: DMG Mori 2024 1st half IP Announcement(2024.7.31.)

1. MX(Machine Transformation) : Process Integration, Automation, GX, DX

(LG전자) 창원 LG스마트파크, 등대공장¹ 으로 선정됨

- ▲ 숙련공들이 투입되었던 냉장고 조립공정에 협동로봇과 인공지능이 투입
- ▲ 생산성 17% 증가, 품질비용 73% 감소, 매 13초마다 냉장고 1대 생산 달성



출처: MBC뉴스, 13초 만에 냉장고 1대 '똑딱'..진화하는 스마트팩토리(2024.7.)

1. 4차 산업혁명 기술로 혁신과 자원 효율성에서 앞서가는 첨단 제조 공장, 세계경제포럼(WEF)과 맥킨지가 2018년부터 매년 선정. 전세계 153개 지정('23.12.), 중국 62개(40%)로 1위, 한국은 포스코, LS전기, LG전자, 아모레퍼시픽, K-Water 등 5개 지정

(현대·기아차) 2025년까지 전 차종 SDV 전환

- ▲ 2025년까지 전 차종 SDV 전환을 위해, 2030년까지 18조원 투자
- ▲ GM은 2030년까지 SW로 250억 달러 수익 목표 ▲테슬라는 이미 SW 수익 실현 및 확대



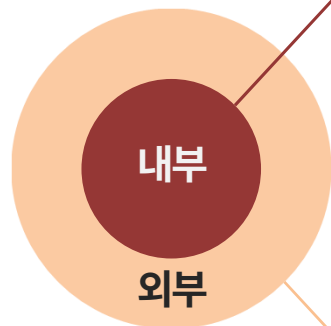
출처: 매일경제TV뉴스, 출력·토크는 옛말..완성차업체 SDV 전환에 집중(2024.1.)

* 전세계 시장의 SDV 차량 비중 : 2.4%(‘21.) → 90% 이상(‘29.), 딜로이트 분석

(시사점) DX/AI 지원과 성공사례 창출 필요

기업 수와 고용에서 절대 다수를 차지하는 국내 중소·중견기업의 DX/AI화 지원과 성공사례를 만들어내기 위한 국가적인 프로그램들이 다양하게 추진 중임

당면 이슈



- 기초·기반기술, 핵심부품, 원자재의 해외 의존
 - * 공작기계 및 산업로봇의 주요국 수입 비중 : 일본 35%, 중국 31%, 독일 8% 순
 - * 과학기술 수준 조사(2022년도 기술수준평가, 과기부) : 미국 100% 比 중국 82.6%, 한국 81.5% 역전
- 빠른 인구 고령화와 숙련된 기술 인력 감소
 - * 65세 이상 : 898만명('22.) → 1,000만명 돌파('25.) → 1,727만명(2072년)
 - * 생산연령 인구 / 전체인구 : 3,674 / 5,167만명('22.) → 1,658 / 3,622만명(2072년) (통계청 전망)
- 대기업 의존 지속, 중소/중견기업의 취약한 산업생태계
 - * [중소·중견기업] 38.8만개(97.5%) 매출비중 35%, [대기업] 0.9만개(2.5%) 매출비중 65%(3,432조원)
 - * 중소기업의 한계기업 비중 7.4%('11.) → 23.2%('20.), 수출 중소기업은 2% 내외 (산업연구원)
- 미·중 경기둔화 및 무역갈등, 국제 분쟁, 글로벌 공급망 리스크 확대
- 고금리, 고물가, 고환율의 장기간 지속
- 개인화/맞춤형 수요 증가, 친환경 제품 중시 등 소비패턴 변화

- 1 한국 기계산업 현황
- 2 기계산업의 미래
- 3 선도사 벤치마킹
- 4 한국기계연구원의 역할
- 5 Summary

04

한국기계연구원의 역할

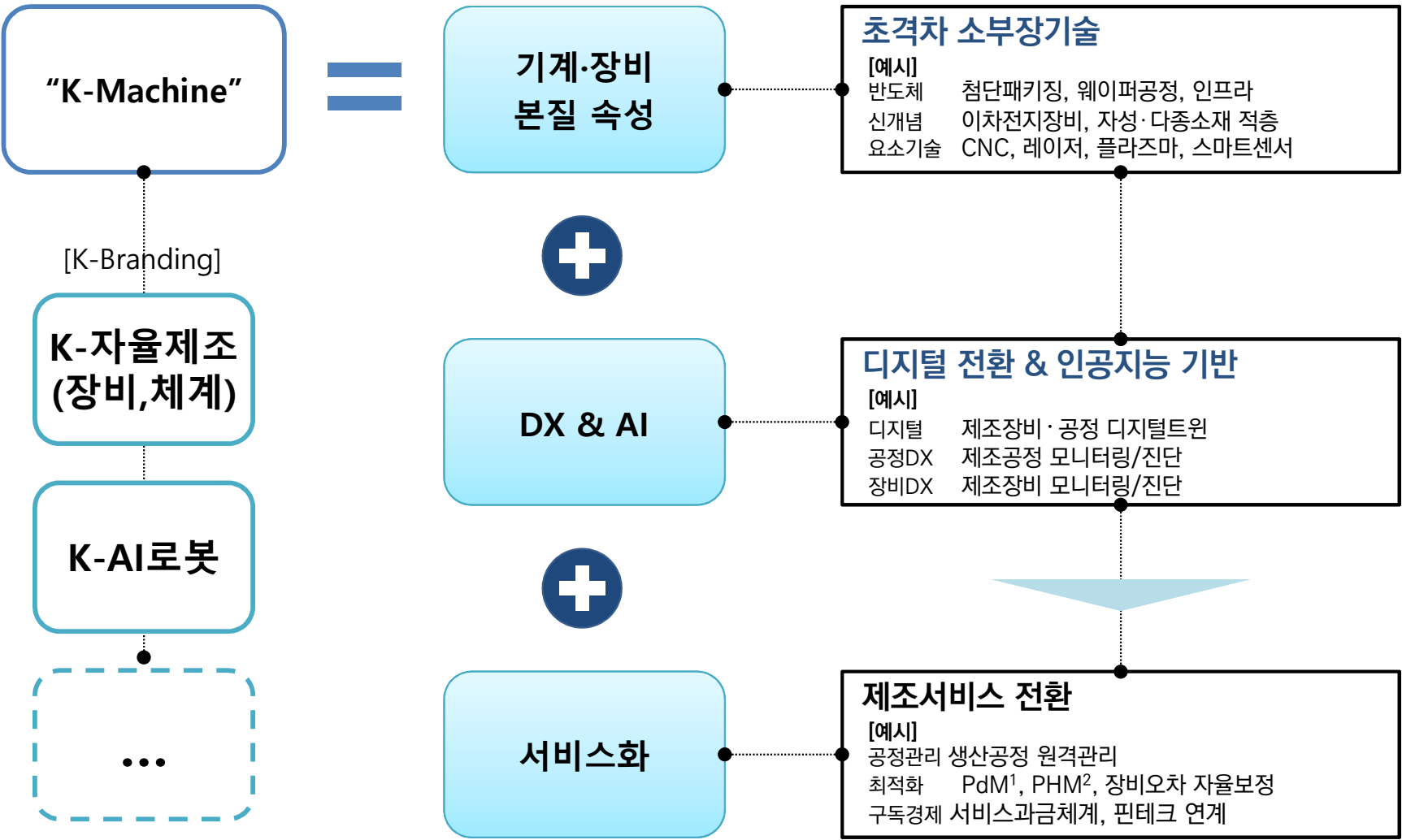
1. K-Machine으로
가는 길

2. 자율제조 및 AI로봇

3. '3축 체계' 중점 추진

- (1) 디지털트윈(DT)
- (2) 기계데이터플랫폼
- (3) 가상공학플랫폼

K-Machine은 3대 전략 방향 중심 핵심기술 확보가 시급



1. PdM: Predictive Maintenance, 예측정비, 2. PHM: Prognostics and Health Management, 고장예지 및 건전성관리

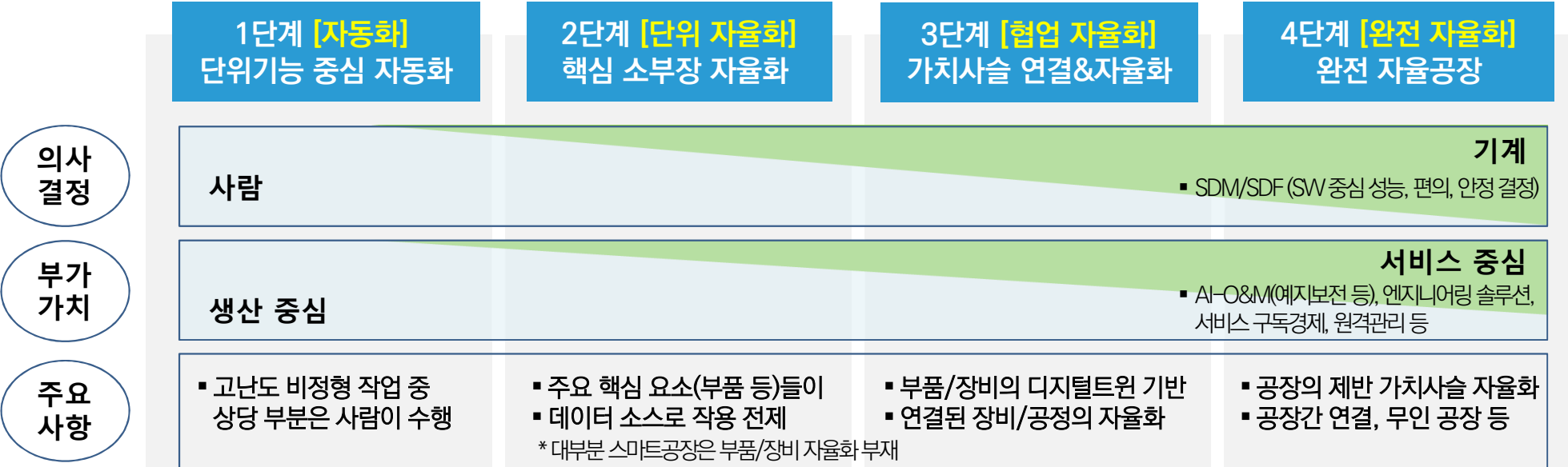
(K-자율제조) 1.5 단계 수준, 단위 자율제어기술 개발 확대

자율제조(AM: Autonomous Manufacturing) 개념

- (정의) 제조 단위의 각 부문이 지능화되어, 제조의 제반 활동이 최적의 관계를 유지할 수 있도록 기계기술, 디지털 기술, 환경 기술이 통합된 생산 시스템
- (지향점) 제조정보 통합 디지털화, 생산방식 유연화, 인공지능 기반 지능화, 제조 서비스화 지향

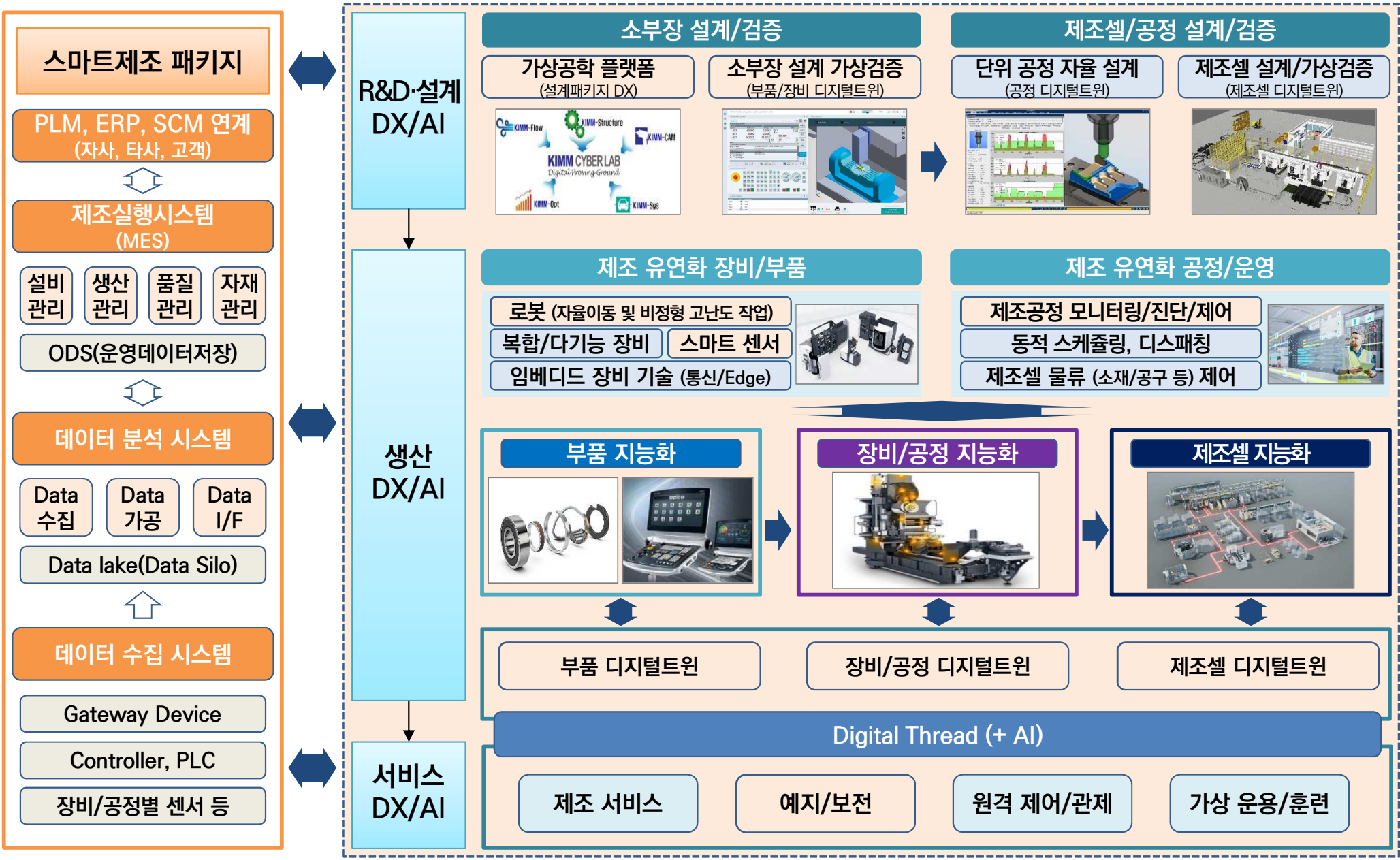
자율제조 단계

- 1단계(자동화) → 2단계(단위 자율화) → 3단계(협업 자율화) → 4단계(완전 자율화)로 고도화



* 한국기계연구원 자체 정의

(K-자율제조) 기존의 스마트제조패키지와 DX/AI의 결합 필요

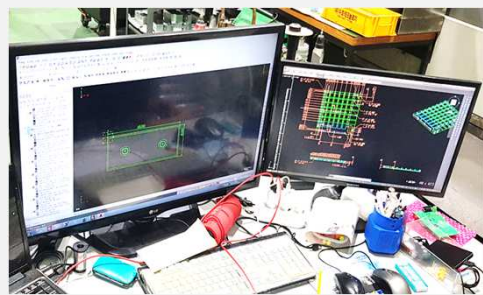


(K-자율제조) 공작기계 디지털트윈, 사례

사무신

인공환경

As-Is 작업자 의존 수작업



- 공정설계 숙련자 의존
- 반복적인 시가공 수작업
- 교시 기반 동작 자동화



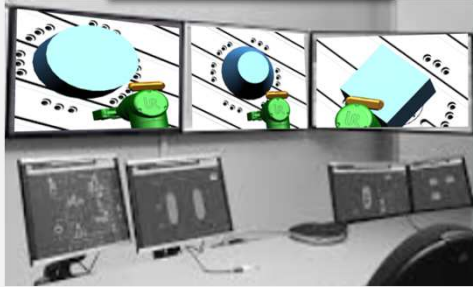
물리모델 기반 장비/공정 디지털트윈

기하모델 기반 가공셀 디지털트윈

To-Be 자율제조

최적장비/
가공전략 선정

공정지식 DX



- [AI 기술]
- 강화학습
 - 사물인식
 - 위치인식
 - 행동트리

- 자율 공정설계/원격 모니터링
- 디지털트윈 기반 가공검증
- 인지/판단/적응 기반 자율가공

작업지능 DX

임의 조합 장비
/공작물/공구
형상 대응



(K-AI로봇) 용도에 맞는 로봇 시스템 조합 기술로 변화



(K-AI로봇) 소부장 기술의 자율제조 적용, 사례

AS-IS



TO-BE

- 핸들링, 투입인출, 용접, 도장 등 단순공정
- 공정 변화 및 비정형 환경 대응 불가

디지털트윈
AI/로봇플랫폼

- 유연물, 비정형물, 포장, 조립 등 복합 제조 공정
- 공정 변화 및 비정형 환경 대응
- 완전 자율형 제조 작업

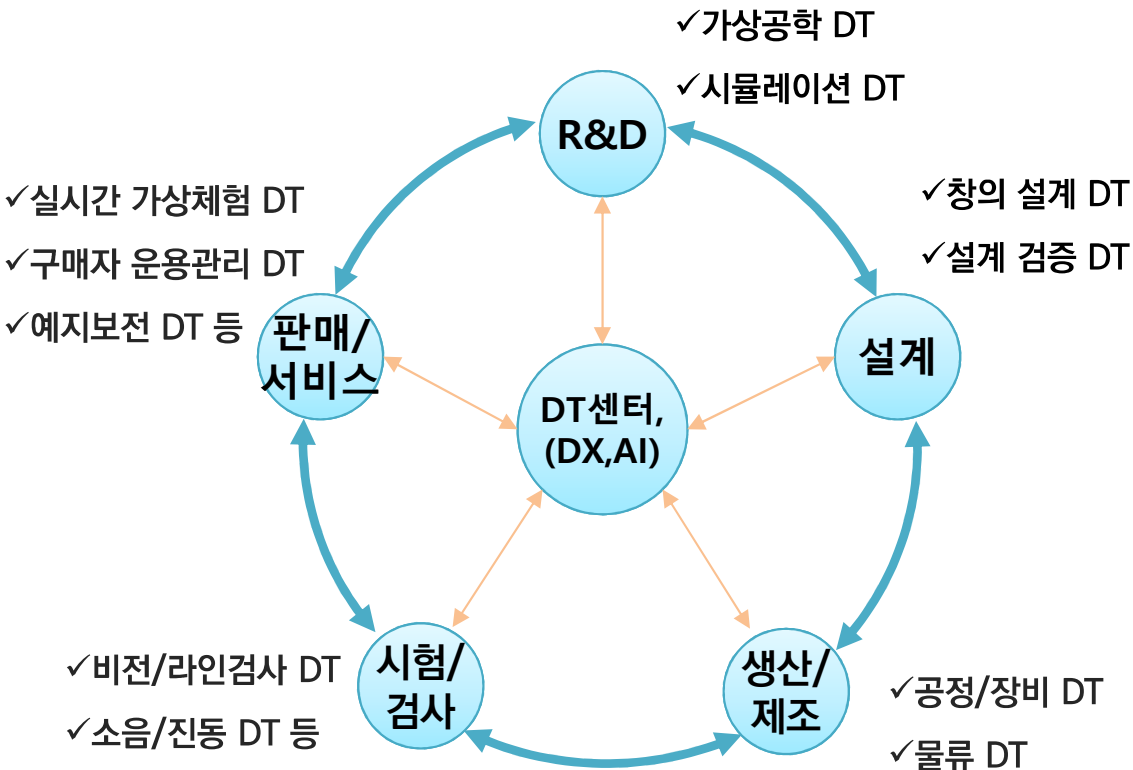


(1) 디지털트윈 : 현실-가상 간의 연결로 결과 사전 예측

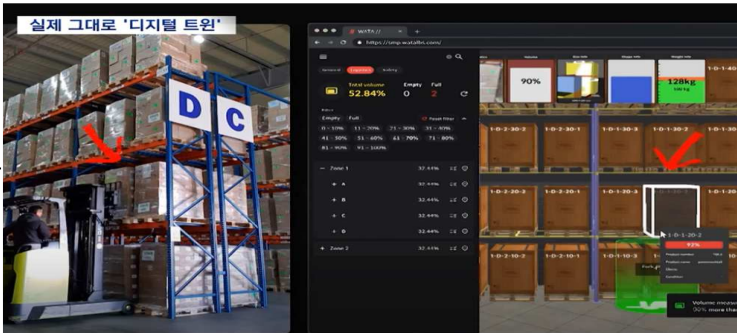
디지털트윈 개념

(정의) 현실에 있는 사물의 쌍둥이를 컴퓨터에 디지털로 구현하여, 현실에서 발생할 수 있는 상황을 시뮬레이션 함으로써 결과를 미리 예측하는 기술

(방향) R&D-설계-생산-제조-시험-검사-설치-시운전-판매-서비스 등 가치사슬 전반에 걸쳐 시급성, 기대효과, 난이도 등을 고려해 진행



✓설계검증 DT(사례): 실물이 설계에 맞게 되었는 지 가상 검증



✓물류 DT(사례): 가상→실물, 실물→가상 실시간 연동 운용

*출처: 공간초월 디지털트윈 기술(24.4), MBC

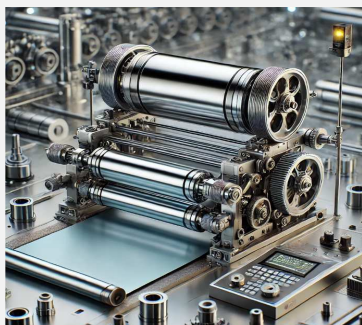
(1) 생산제조 DT : 모듈-장비-공정-공장 순으로 진행

생산제조 DT

(정의) 생산제조 데이터를 실시간으로 수집하여 이를 컴퓨터에서 디지털로 동일하게 구현하여 현실-가상공간 간의 소통으로 생산제조 공정을 미리 예측

(방향) 생산·제조 분야의 모듈-장비-공정-공장 디지털트윈을 단계별로 확장 필요

1단계 단위 모듈 DT



✓장비 내 단위/부품 모듈

2단계 제조 장비 DT



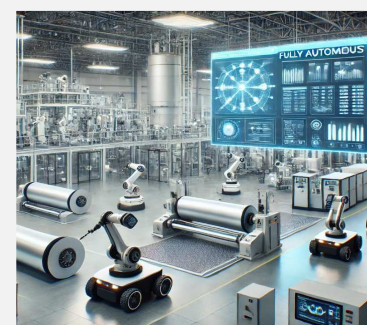
✓모듈들이 연결된 장비

3단계 제조 공정 DT



✓장비/이송계로 구성된 라인

4단계 제조 공장 DT



✓라인들로 구성된 공장

디지털트윈 고도화 방향(개발 난이도)

제조 단위 예시 (이차전지)

- ✓롤투롤 모듈
- ✓그라비아 코팅 모듈
- ✓건조 모듈
- ✓캘린더링 모듈

- ✓믹싱 및 소재 공급 장비
- ✓롤투롤 코팅 장비
- ✓롤투롤 캘린더링 장비
- ✓슬리팅 장비

- ✓롤투롤 전극 제조 라인
- ✓셀 조립 라인
- ✓파우치 제조 라인
- ✓스태킹 라인

- ✓양극제 제조 공장
- ✓음극제 제조 공장
- ✓분리막 제조 공장
- ✓배터리 제조 공장

(1) 롤투롤시스템 DT 구현 사례

Roll-to-Roll System Digital Twin Platform



한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

Stop and Go

Continuous Manufacturing

Quit

제조장비연구소 나노융합장비연구부 유연전자R2R장비연구실

Model

Web Current Speed (mm/sec)

Film-Tension Setting Value (kg)

ReWinder-Tension Setting Value (kg)

Film kind

Film width (mm)

Film thickness (mm)

OutFeeder-Control Kp

OutFeeder-Control Integral-Time

OutFeeder-Control Hysteresis

OutFeeder-Control (Auto) Kp

OutFeeder-Control (Auto) Integral-Time

ReWinder-Control Kp

ReWinder-Control KI

ReWinder-Control KD

ReWinder-Control dt

10

3

5

PET

300

0.1

2

1200

0.005

1200

0.005

500

300

50

0.01

Web Speed setting value (mm/sec)

Turn on time (sec)

Rewinder roll diameter (mm)

Film-Feeding acceleration/deceleration time (sec)

Master roll speed (mm/sec)

Master roll acceleration/deceleration (mm/sec²)

Un-Winder speed (mm/sec)

Un-Winder acceleration/deceleration (mm/sec²)

Feeder speed (mm/sec)

Feeder acceleration/deceleration (mm/sec²)

Re-Winder speed (mm/sec)

Re-Winder acceleration/deceleration (mm/sec²)

200

3048.3648

177.842

2

10

200

200

10

200

10

200

200

Process-Run.

Update-OK

Start

Run Status

Wait for initialization

Process Mode

R2R Continuous

Motor Status

Servo-Motor Master-Roll

Servo-Motor Feeder

Servo-Motor Unwinder

Servo-Motor Rewinder

Graph Start/Stop

Tension #1

Tension #2

Tension #3

Display Interval Time : 500 msec

No.	Title	Contents	No.	Title	Contents	No.	Title	Contents
0	1 Date	000-00-0	15	16 Film-Feeding acceleration/deceleration time	0.000	33	34	
1	2 Model	200.00.00	16	17 OutFeeder-Control Kp	0.000	34	35	
2	3 Film-Tension Setting Value (kg)	0.000	17	18 OutFeeder-Control Integral-Time	0.000	35	36	
3	4 ReWinder-Tension Setting Value (kg)	0.000	18	19 OutFeeder-Control Hysteresis	0.000	36	37	
4	5 Film Tension #1 (kg)	0.000	19	20 (Auto) OutFeeder-Control Kp	0.000	37	38	
5	6 Film Tension #2 (kg)	0.000	20	21 (Auto) OutFeeder-Control Integral-Time	0.000	38	39 #1-1 (°C) Temperature	0.000
6	7 Film Tension #3 (kg)	0.000	21	22 ReWinder-Control KI	0.000	39	40 #1-2 (°C) Temperature	0.000
7	8 Film kind		22	23 ReWinder-Control KI	0.000	40	41 #2-1 (°C) Temperature	0.000
8	9 Film width (mm)	0.000	23	24 ReWinder-Control KD	0.000	41	42 #2-2 (°C) Temperature	0.000

Message

*** File Changed!!!

[SheExecute] D:\WDataViewer_Program\Config\WAL_Bin\Wmain\Wmain.exe

[OK] CSV FILE Save : D:\WDataViewer_Program\Config\WAL_Bin\Wmain\Wmain.exe

[TDP/IF] Server Not-Connected

*** File Changed!!!

[SheExecute] D:\WDataViewer_Program\Config\WAL_Bin\Wmain\Wmain.exe

[OK] CSV FILE Save : D:\WDataViewer_Program\Config\WAL_Bin\Wmain\Wmain.exe

[TDP/IF] Server Not-Connected

*** File Changed!!!

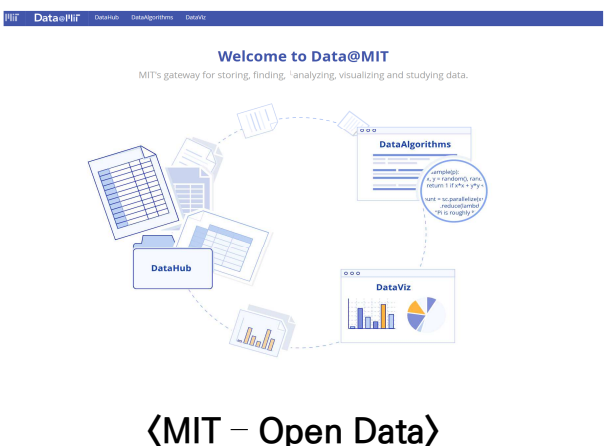
[SheExecute] D:\WDataViewer_Program\Config\WAL_Bin\Wmain\Wmain.exe

<Roll to Roll Continuous Manufacturing System>

(2) 기계데이터플랫폼 : 선도기관은 AI-PHM 등 분야 중심 구축

[개념] 산업현장의 데이터 생산자와 데이터 응용/사용자를 연결해주는 AI 활용 플레이그라운드

- 데이터플랫폼(주요 분야별) 국내외 동향 -



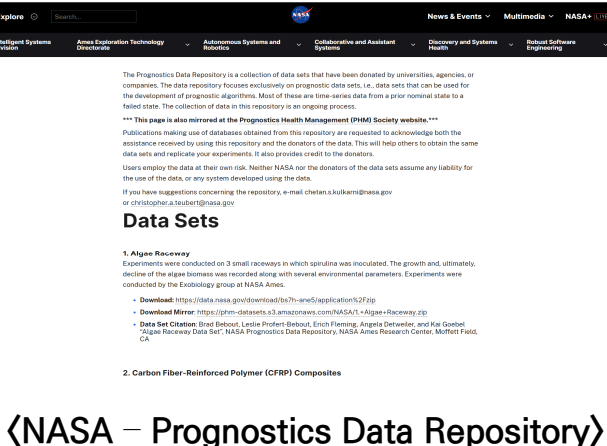
Welcome to Data@MIT
MIT's gateway for storing, finding, analyzing, visualizing and studying data.

DataAlgorithms
Compiled + re-analyzed data
Access 100%+ Python
used + no proprietary
reconstruction
Python ready

DataHub

DataViz

〈MIT – Open Data〉



The Prognostics Data Repository is a collection of data sets that have been donated by universities, agencies, or companies. The data repository focuses exclusively on prognostic data sets, i.e., data sets that can be used for the development of prognostic algorithms. Most of these are time-series data from a prior nominal state to a failed state. The collection of data in this repository is an ongoing process.

*** This page is also mirrored at the Prognostics Health Management (PHM) Society website.***

Publications making use of databases obtained from this repository are requested to acknowledge both the assistance received by using this repository and the donors of the data. This will help others to obtain the same data sets and replicate your experiments. It also provides credit to the donors.

Users employ the data at their own risk. Neither NASA nor the donors of the data sets assume any liability for the use of the data, or any system developed using the data.

If you have suggestions concerning the repository, e-mail chetian.kulkarni@nasa.gov or christopher.a.faubert@nasa.gov

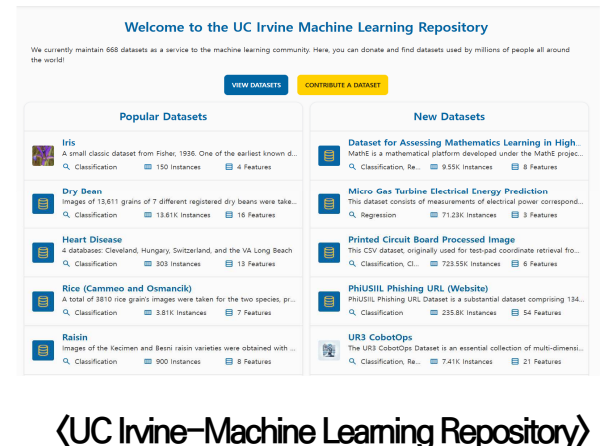
Data Sets

1. **Algae Raceway**
Experiments were conducted on 3 small raceways in which spirulina was inoculated. The growth and, ultimately, decline of the algae biomass was recorded along with several environmental parameters. Experiments were conducted by the Exobiology group at NASA Ames.

• Download: <https://data.nasa.gov/downloads/bu7h-arw5/application%2Fzip>
• Download Mirror: https://open-data-us-3.amazonaws.com/bu7h-arw5/Algae_raceway.zip
• Data Set Citation: Brad Bebout, Leslie Proff-Bebout, Erich Fleming, Angela Detweiler, and Kai Gobel "Algae Raceway Data Set", NASA Prognostics Data Repository, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA

2. **Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP) Composites**

〈NASA – Prognostics Data Repository〉



Welcome to the UC Irvine Machine Learning Repository

We currently maintain 668 datasets as a service to the machine learning community. Here you can donate and find datasets used by millions of people all around the world!

Popular Datasets

- Iris: A small classic dataset from Fisher, 1936. One of the earliest known datasets. Classification, 150 Instances, 4 Features
- Dry Bean: Images of 11,811 grains of 7 different registered dry beans were taken. Classification, 13,616 Instances, 16 Features
- Heart Disease: 4 databases: Cleveland, Hungary, Switzerland, and the VA Long Beach. Classification, 309 Instances, 13 Features
- Rice (Cammeo and Osmanik): A total of 3810 rice grain images were taken for the two species, pr... Classification, 3,810 Instances, 7 Features
- Raisin: Images of the Kacimen and Besni raisin varieties were obtained with... Classification, 900 Instances, 8 Features

New Datasets

- Dataset for Assessing Mathematics Learning in High: Math is a mathematical platform developed under the MathEd project... Classification, Re... 9,550 Instances, 8 Features
- Micro Gas Turbine Electrical Energy Prediction: This dataset consists of measurements of electrical power correspond... Regression, 71,236 Instances, 8 Features
- Printed Circuit Board Processed Image: This CSV dataset, originally used for test-pad coordinate retrieval fo... Classification, 723,551 Instances, 6 Features
- PHUSIL Phishing URL (Website): PHUSIL Phishing URL Dataset is a substantial dataset comprising 134... Classification, 235,801 Instances, 54 Features
- UR3 CobotOps: The UR3 CobotOps Dataset is an essential collection of multi-dimensi... Classification, Re... 7,41K Instances, 21 Features

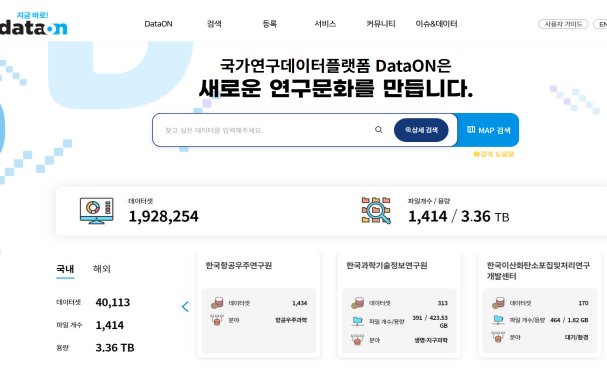
〈UC Irvine-Machine Learning Repository〉



KAMP
KAMP 소개
KAMP 데이터
KAMP 서비스
KAMP 커뮤니티
KAMP 파트너

KAIST KAMP
KAMP 소개
KAMP 데이터
KAMP 서비스
KAMP 커뮤니티
KAMP 파트너

〈KAIST – 인공지능 제조 플랫폼〉



dataON

국가연구데이터플랫폼 DataON은 새로운 연구문화를 만듭니다.

로그인 | 회원가입 | 마이페이지 | 사이트맵

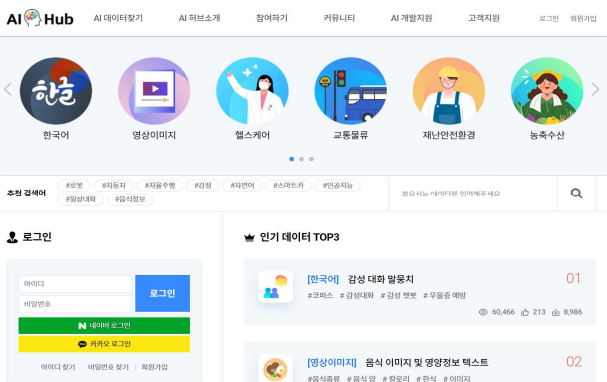
데이터셋 1,928,254 | 연구자/기관 1,414 / 3.36 TB

국내 해외

데이터셋 40,113 | 파일 개수 1,414 | 용량 3.36 TB

한국항공우주연구원 | 한국과학기술정보연구원 | 한국이산파란소포장및처리연구개발센터

〈KISTI-국가연구데이터플랫폼〉



AI Hub

AI 데이터 찾기 | AI 서비스 소개 | 참여하기 | 커뮤니티 | AI 개발자 지원 | 고객지원 | 로그인 | 회원가입

한국어 | 영상이미지 | 헬스케어 | 교통물류 | 재난안전환경 | 농축수산

로그인

아이디 | 비밀번호 | 로그인

회원가입

아이디 찾기 | 비밀번호 찾기 | 회원탈퇴

인기 데이터 TOP3

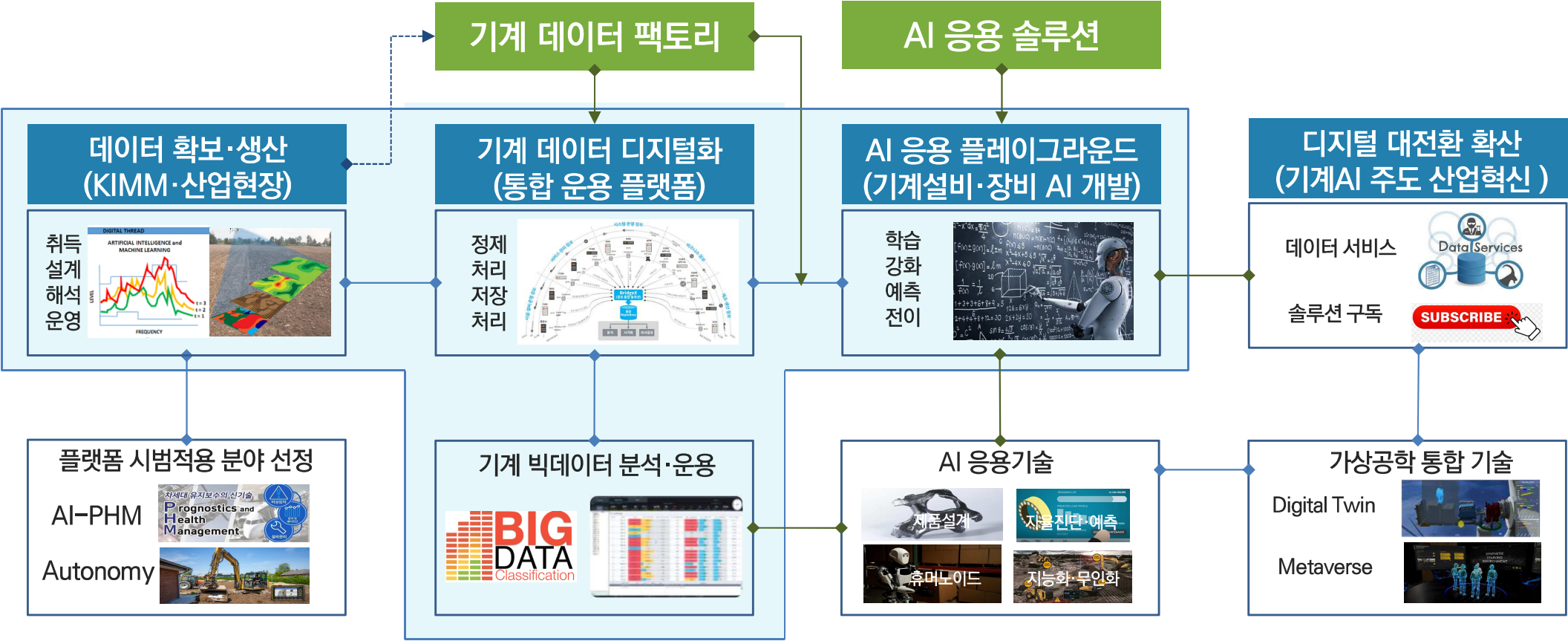
1. [한국어] 감성 대화 플랫폼 | 01

2. [영상이미지] 음식 이미지 및 영양정보 텍스트 | 02

〈NIA – AI Hub〉

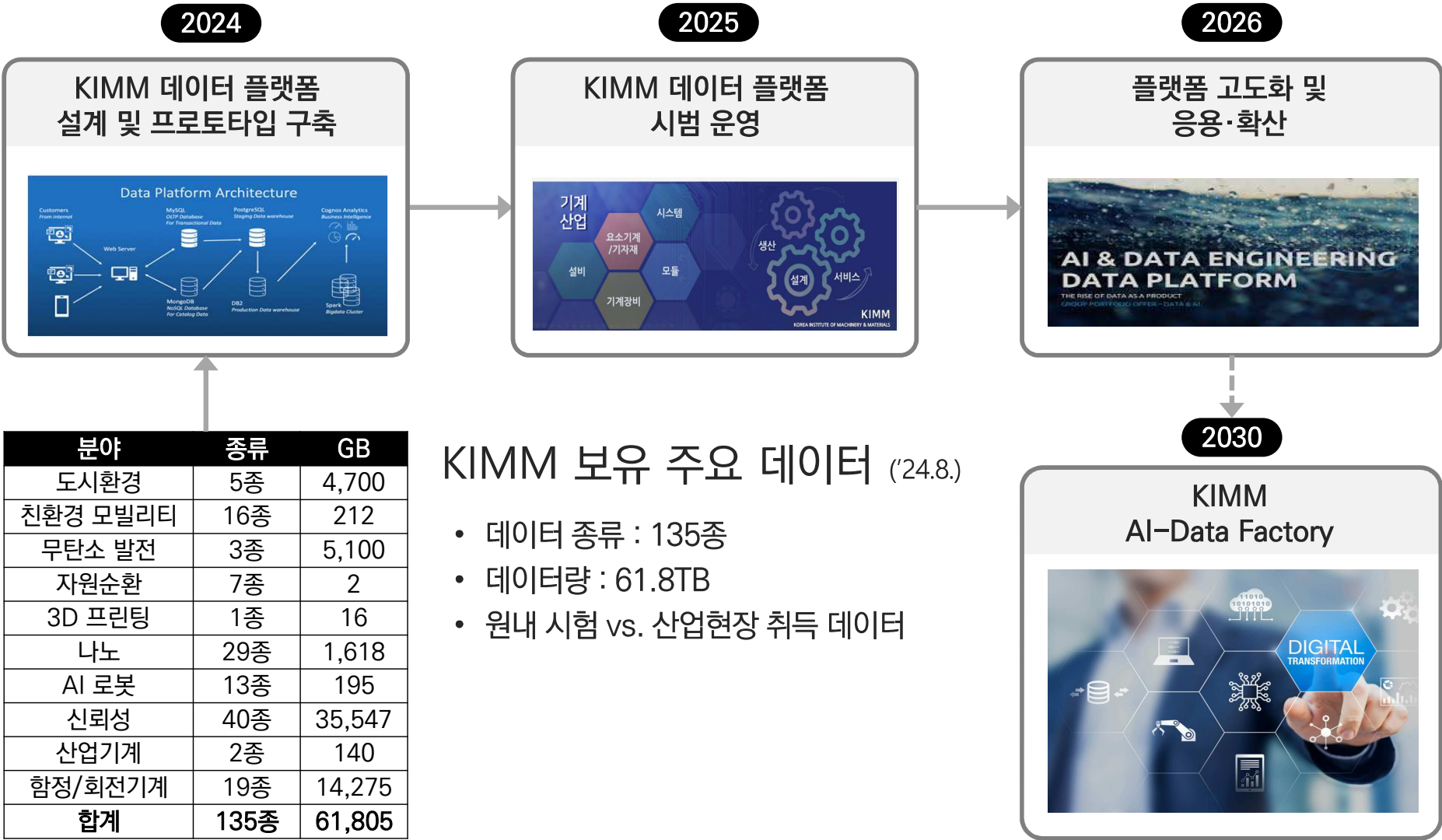
(2) KIMM 방향성: 자율제조와 연계하여 구축 추진

- ▲ 기계산업의 데이터와 AI 응용 솔루션이 연동되는 기계데이터 플랫폼을 구축 중
- ▲ 적용분야는 설계, 제조, 로봇 등으로 확대하여 기업들의 DX를 지원



(2) KIMM은 10개 기계업종 데이터플랫폼 구축 추진

- ▲ 기계연은 현재 10개 분야 135종, 62TB 데이터 구축 및 플랫폼 개발 중
- ▲ 2026년까지 기계데이터플랫폼 고도화 및 2030년까지 기계산업 AI-Data Factory 구축



(3) 가상공학플랫폼 : 주요 분야 전주기 엔지니어링 플랫폼 추진

[개념] 기계시스템의 가상공학플랫폼으로 설계, 해석·평가, 운영·유지관리 등 전주기에 걸쳐 현실(실물)과 연계된 가상공간 엔지니어링 프로세스 플랫폼



(3) KIMM Cyber Lab 사례(1/2)

▲ KIMM 보유 핵심 설계 기술을 산업계에서 활용할 수 있도록 플랫폼 SW로 개발

→ kimm.re.kr/smartdp/main

http://www.kimm.re.kr/smartdp

KIMM 한국기계연구원 스마트 설계 플랫폼 SmartDP

설계S/W안내 커뮤니티 회원서비스

아이디 비밀번호 로그인 회원가입

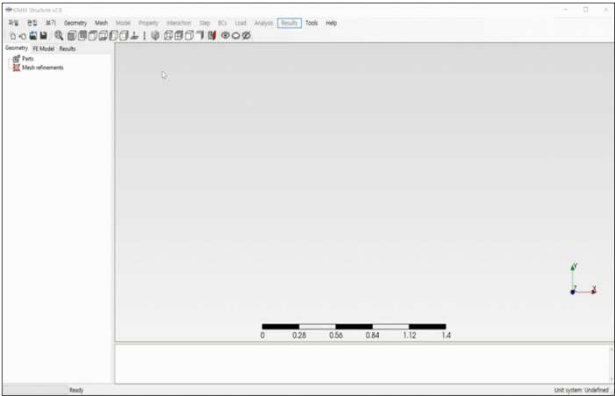
설계S/W안내

- 가스터빈 연소기 형상 설계 프로그램 (Beginner)
- 가스터빈 연소기 형상 설계 프로그램 (Expert)
- 가스터빈 연소기 형상 3D 모델링 프로그램 (Standalone SW)
- 가스터빈 연소기 형상 설계 프로그램 (Standalone SW)
- GearDesign
- GearTrainDesign
- 기어 설계
- 미끄럼 베어링 설계
- 베어링 강도평가 및 효율계산 프로그램
- 상급 인벨로핑 원기어 전달오차 및 접촉패턴 계산 프로그램
- 극초단 레이저 어블레이션 공정 모사 프로그램
- 극초단 펄스 레이저 어블레이션 및 시간온도 분포 모사 프로그램
- 레이저 공정모사 설계
- 집진기 설계
- SmartBoltOptimizer
- SMCalc 볼트 설계 프로그램(VDI2230 기반)
- 멀티 볼트 배열을 고려한 볼트 체결부 설계

<KIMM 설계 SW 모듈이 실행되는 웹 기반 서비스 운영 시스템>

(3) KIMM Cyber Lab 사례(2/2)

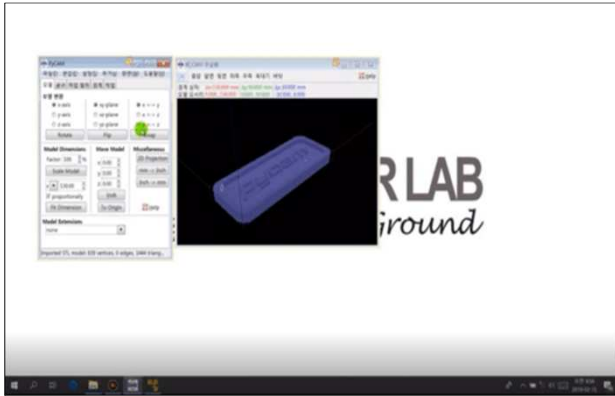
▲ 기업에서 자유롭게 사용할 수 있도록 Open Source Solver 기반 무료 CAE 프로그램 플랫폼을 개발 ▲기업과 사용 및 지원 서비스를 위한 MOU 체결



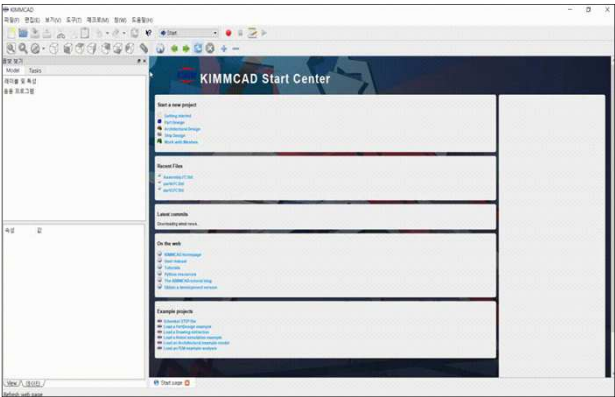
[KIMM-Structure]



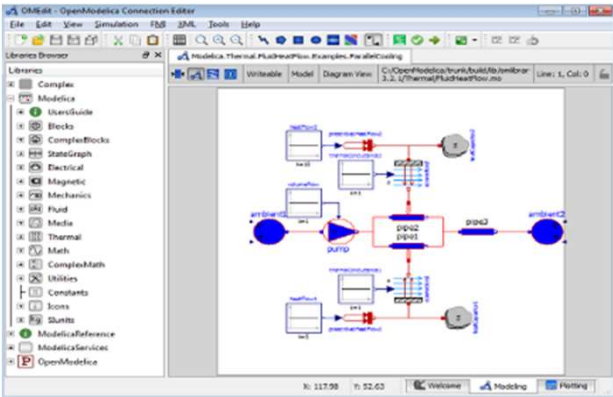
[KIMM-Flow]



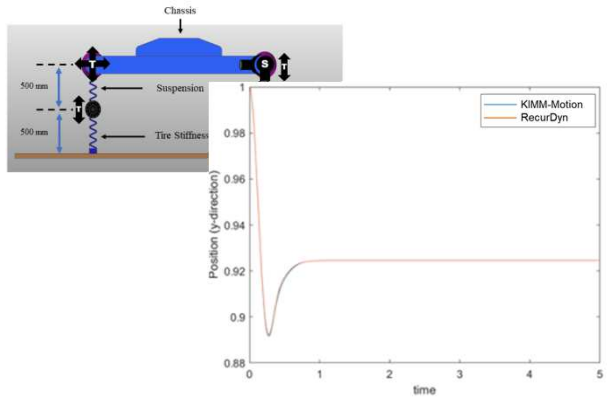
[KIMM-CAM]



[KIMM-CAD]



[KIMM-SYS]



[KIMM-Motion]

(3) KIMM Data Lab 사례

▲ 기계데이터 플랫폼과 연계하여 분야별 데이터를 분석·관리할 수 있는 기능을 제공



- 1 한국 기계산업 현황
- 2 기계산업의 미래
- 3 선도사 벤치마킹
- 4 한국기계연구원의 역할
- 5 Summary

05

Summary

Summary

- 기계산업은 한국의 제조업 강국 등극에 크게 기여하였으나, 지난 10년간 성장률 정체 상태로 새로운 가치혁신이 필요한 시점임
 - 기계산업의 패러다임이 DX/AI/서비스화로 전환되고 있으며, 산업의 공통 트렌드인 친환경과 자율화를 선도하는 기술과 제품이 부상하고 있음
 - 기계산업 재도약의 방안으로 K-Machine 개념을 제창하며, 新제조업 발전과 궁극적으로 한국의 G5 강국 도약에 K-Machine의 활약을 기대함
- * K-Machine : 디지털·인공지능 및 서비스 기술이 접목하여 제조 혁신 기반이 되는 한국의 기계·장비
- 국내·외 글로벌 선두기업들은 SW 및 솔루션 기업과의 협력으로 가치사슬 전반의 DX를 가속화하여 제품·서비스의 부가가치를 끌어올리고 있음
 - 한국기계연구원은 디지털트윈, 기계데이터플랫폼, 가상공학플랫폼 등 자율제조 3축 체계와 AI로봇의 융복합 개발에 역량을 집중하고 있으며, 기계산업의 미래인 K-Machine 브랜드 구축에도 적극 기여하겠습니다.

www.kimm.re.kr

당신의 혁신 파트너
KIMM

세상을
움직이는
한국기계연구원

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

The background is a blurred image of a desk. On the left, there's a laptop screen showing a bar chart with values 200, 280, 400, 410, and 360. Below it, another bar chart is visible with the text 'Detailed information of changing business activity of subdivisions of...'. To the right of the laptop, there's a white coffee cup on a saucer. In the foreground, a pen lies on a document that also features a bar chart and a pie chart. The overall scene suggests a professional or academic setting.

Appendix

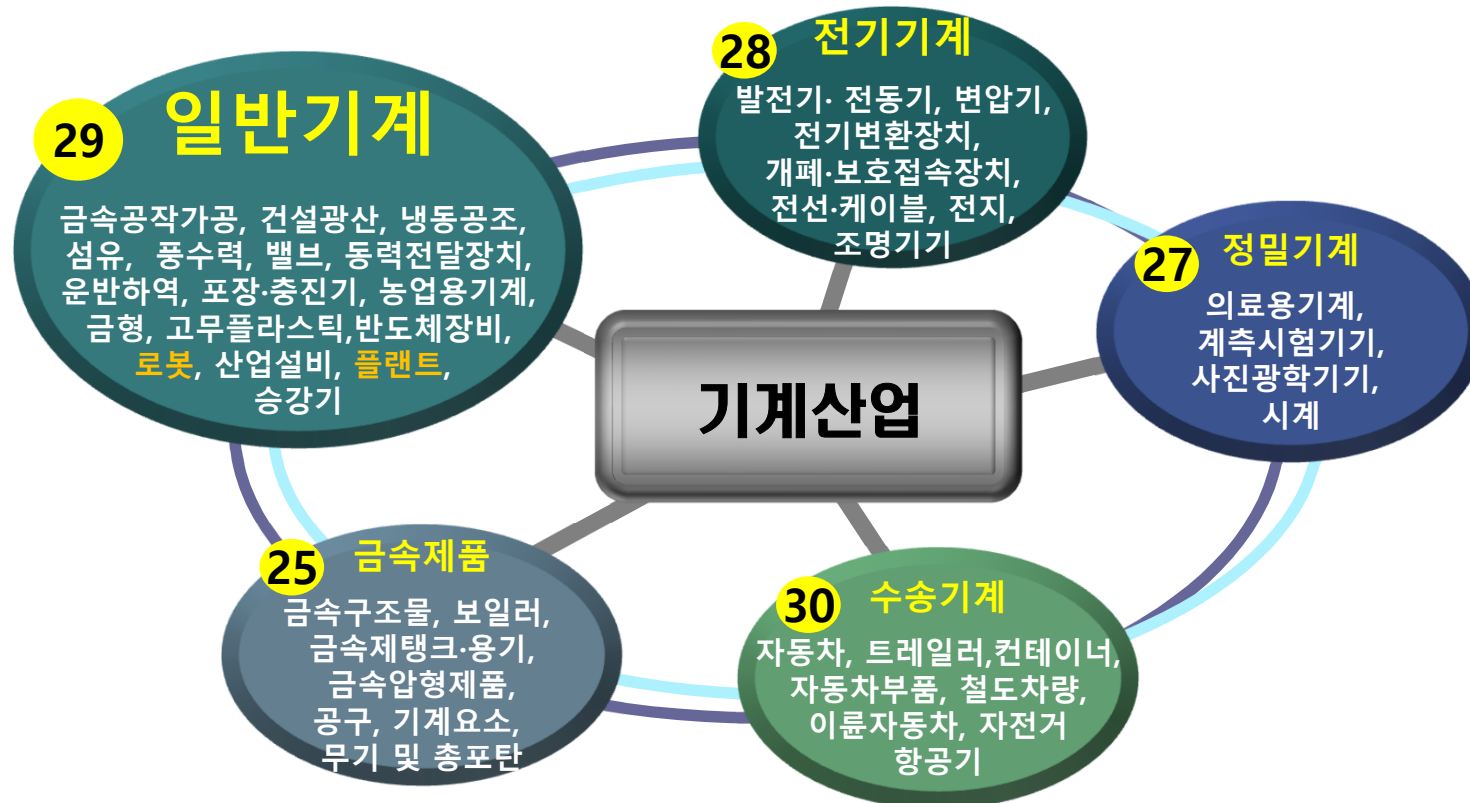
한국기계연구원 소개

기계산업 정의 및 범위

● '기계' 정의 : 에너지를 사용하여 움직이거나 일을 하는 장치(F.루르, 1875)

● '기계산업' 정의 및 범위

- (정의) 부품을 포함한 기계기구 또는 구조물을 제작, 가공, 조립하는 산업(기계공업진흥법, 1967)
- (광의) 한국표준산업분류(KSIC) 5대 업종: 일반기계, 정밀기계, 수송기계, 전기기계, 금속제품
- (협의) 일반기계 : 주력 산업의 부가가치 창출을 위해 기계, 장비 및 부품을 공급하는 기반산업



기관 현황 | 비전과 연혁



임무

기계분야의 연구개발, 성과확산, 신뢰성평가 등을 통해 국가 및 산업계의 발전에 기여

산업 기반기술 강화 (1976~1995)

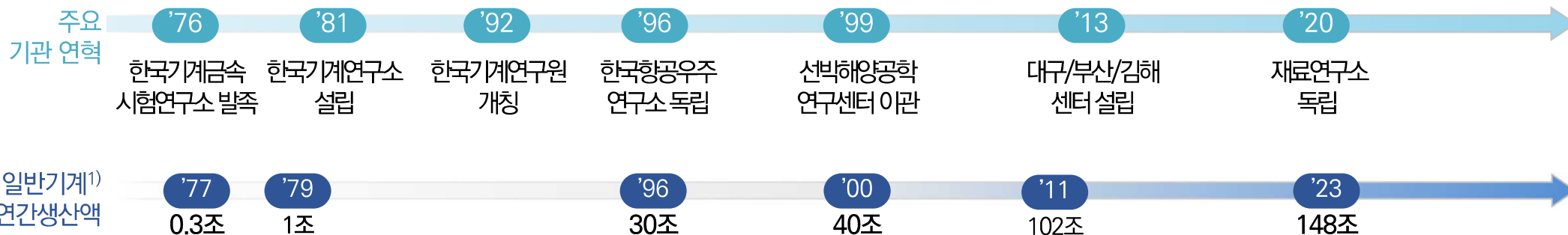
- ✓ NC공작기계, 산업요소기술 국산화
- ✓ 산업설비 안전, 신뢰성 기술 확산

산업수요 실용화 (1996~2013)

- ✓ 신기술 중심 실증, 기술이전 강화
- ✓ 초정밀, 고신뢰 등 제조기술 고도화

패러다임 선도 초격차 기술 확보 (2014~)

- ✓ 패러다임(DX, GX) 선도 기술 확보
- 자율제조, 탄소중립, AI·로봇
- ✓ 국가 아젠다 해결형 임무 수행
- 국가전략기술, 혁신도전 연구체계
- 글로벌 선도 기관과 협력 확대

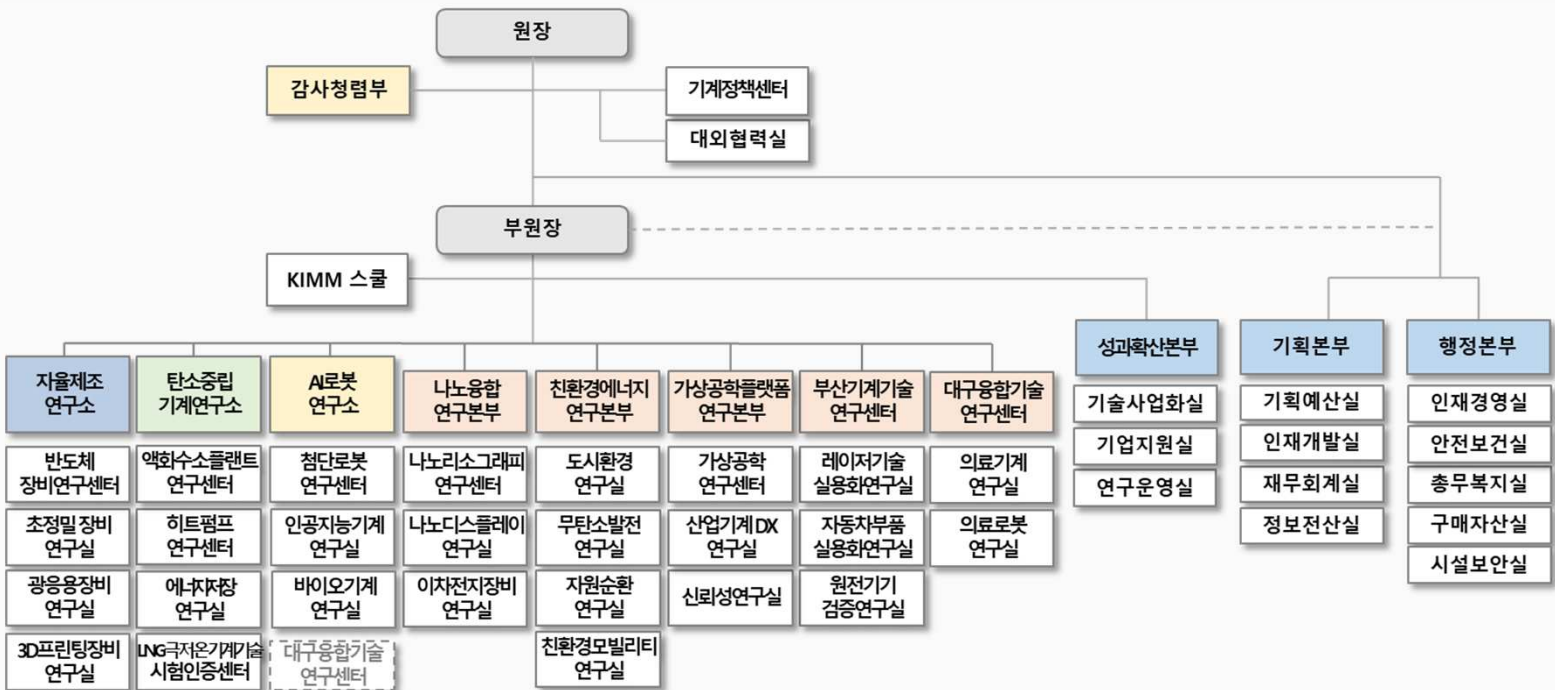


1) 일반기계 : 자동차, 조선, 항공, 철도, 반도체, 디스플레이 등 전방 산업의 근간이 되는 기계장치 산업

기관 현황 | 조직과 예산



1부원장, 3연구소, 6본부, 1부, 3지역센터, 40센터/실



'24. 예산(안) (백만원)

191,498

출연금
68,881
(36.0%)

연구사업비
118,144
(61.7%)

자체수입
122,617
(64.0%)

인건비
50,004
(26.1%)

기타운영비
23,350
(12.2%)

수입

지출



>>인원

521

(정규인력 기준, '24.)

1
(-) 임원

361
(69%)
연구직

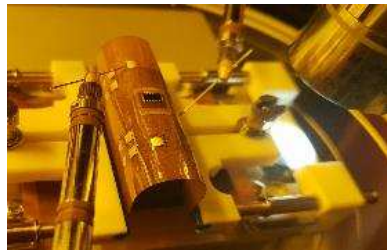
68
(13%)
기술직

91
(18%)
행정 및 사무직

목표 제조혁신 및 디지털 자율제조를 실현하는 첨단 제조장비 및 공정기술 개발

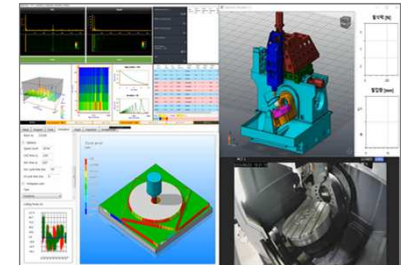
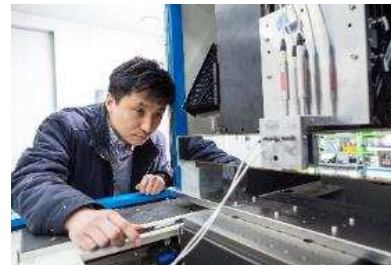
반도체장비

- 첨단 반도체 패키징 / 초미세화 팹공정 및 장비 기술
- 반도체 자율제조 핵심 기술 / 반도체산업 넷제로 기술



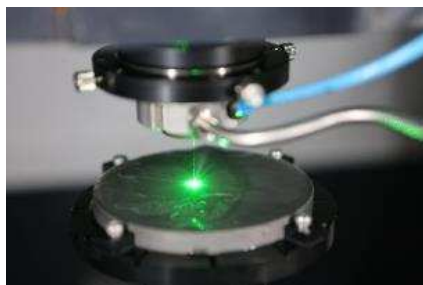
초정밀장비

- 첨단 제조장비의 정밀도·성능 향상 기술 및 자율제조 지향 지능화 기술, 디지털 공작기계 핵심기술



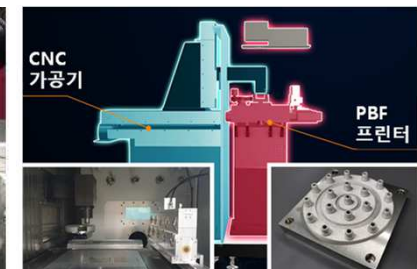
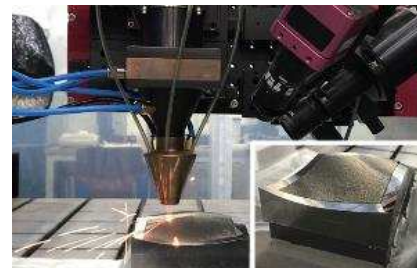
광응용장비

- 레이저 광학 모듈 및 장비, 산업용 레이저 광원, AI 기반 공정 예측/측정/진단 및 제어 기술



3D프린팅장비

- 적층 기반 융복합 자율제조를 위한 최적화 설계, 적층 장비 핵심모듈, 장비·공정 지능화 기술

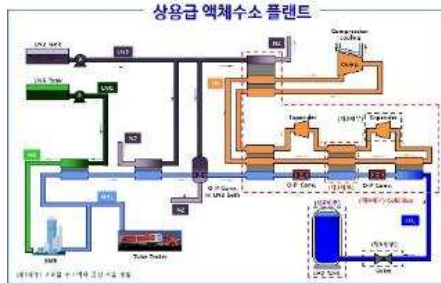


목표 탈탄소 에너지 공급망 구축을 위한 에너지 시스템 공정 및 핵심기계* 기술 개발

*펌프, 밸브, 압축기, 열교환기 등

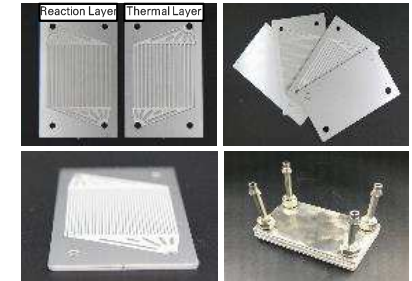
액체수소플랜트

- 수소액화 플랜트, 액체수소 저장·운송·공급시스템 및 핵심 기자재 기술



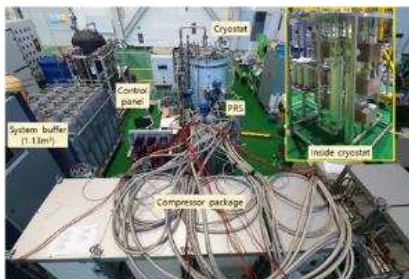
히트펌프

- 고효율 친환경 히트펌프 시스템, 핵심 기자재 및 열에너지 네트워크 기술



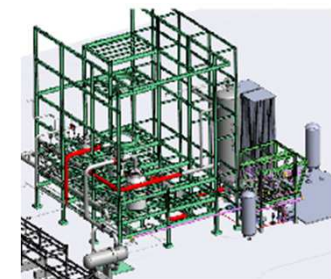
에너지저장

- 극저온 냉각을 통한 대용량 에너지 저장 시스템 및 펌프, 압축기 등 에너지 플랜트 고효율 유체기계 기술



LNG·극저온기계

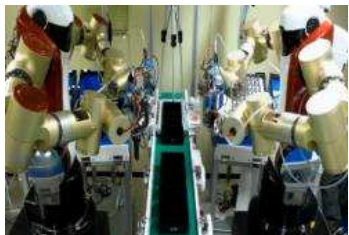
- LNG, 액체수소 시스템 및 극저온 기자재 (펌프, 밸브, 압축기, 열교환기 등) 성능시험 및 평가 기술



목표 인간과 유사한 자율성과 작업성을 갖춘 인공지능기반 로봇기술 확보

첨단로봇

- 로봇핸드, 유연구동기, 만능그리퍼 등 핵심부품기술에 기반한 고난도작업 로봇기술과 인간지원 로봇기술 개발

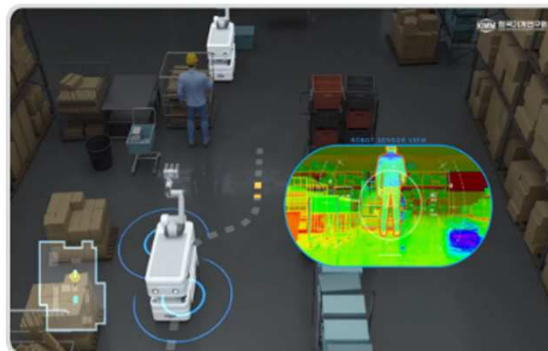


초소형 힘센서 로봇피부 하모닉감속기 로봇구동모듈



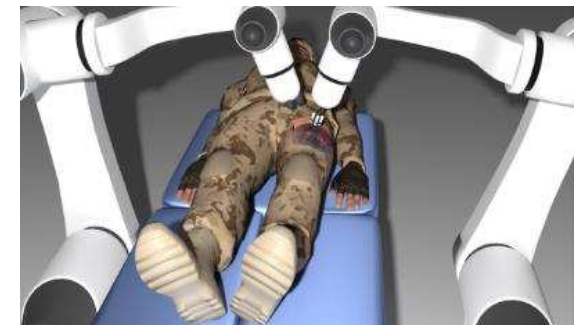
인공지능기계

- 다양한 일상 서비스 작업을 하나의 로봇으로 수행하기 위한 범용 작업 인공지능 프레임워크 기술 개발



바이오 파운드리

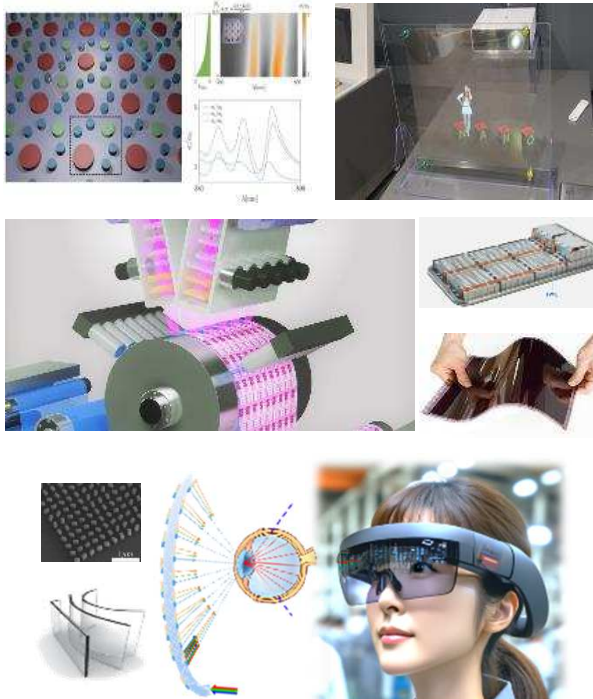
- 바이오 프린팅, 자연 모사 기술 등을 바탕으로 한 지능형 센서, 자유 형상 소자 및 바이오 기계 기술 개발



목표 반도체, 디스플레이, 이차전지, 유연전자소자 분야의 나노기반 핵심 공정 및 장비 기술 개발

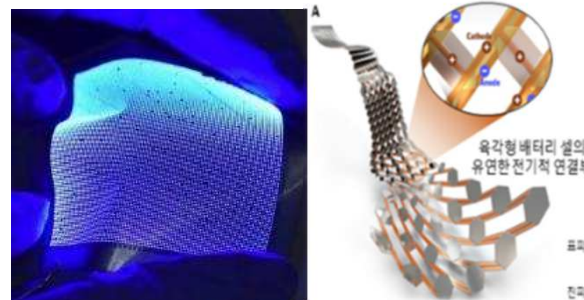
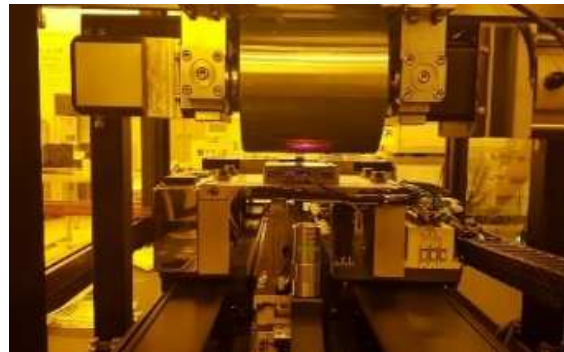
나노리소그래피

- 나노임프린트, 디지털리소그래피 및 연속 성형기술을 이용한 AR/VR, 유연소자, 복합형상 제조공정 장비 기술



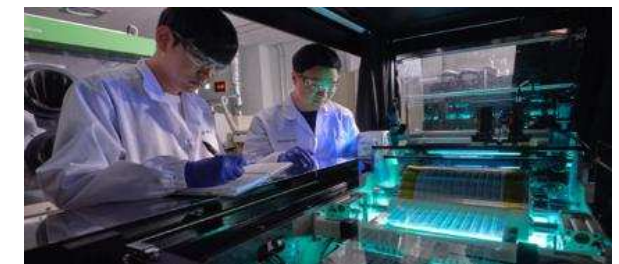
나노디스플레이

- 나노구조체 합성, 측정/분석, 전사 기술, 메타구조 응용 Micro-LED 프리폼 디스플레이 제조 공정장비 기술



이차전지장비

- 롤투롤 기술의 디지털 전환을 통한 이차전지장비 및 차세대 유연·신축 전자소자 대량 생산 기술



목표 기후변화, 미세먼지 및 유해물질 저감 등 환경 이슈 해결 청정환경 및 발전 시스템 기술 개발

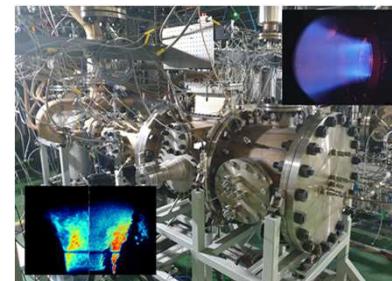
도시환경

- 미래 도시환경의 공기, 물, 식량 공급을 위한 공기질 제어, 수처리 및 스마트팜 시스템 기술



무탄소발전

- 에너지, 환경 문제 동시 해결을 위한 수소 가스터빈, 수소연료전지 시스템 기술



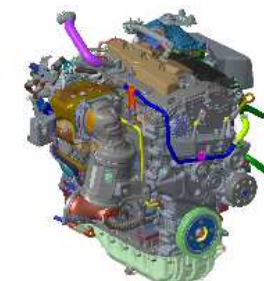
자원순환

- 바이오매스/폐기물 에너지화 및 열분해 수소생산 기술, 폐수/폐배터리 유가자원 회수 재활용 기술



친환경모빌리티

- 친환경 고효율 무·저탄소연료 동력시스템 기술(수소엔진 등) 및 모빌리티용 배기/비배기 유해물질 저감 기술



목표 가상공학과 인공지능 기술을 기반으로 대형 복합기계시스템*의 설계, 해석, 평가기술 개발

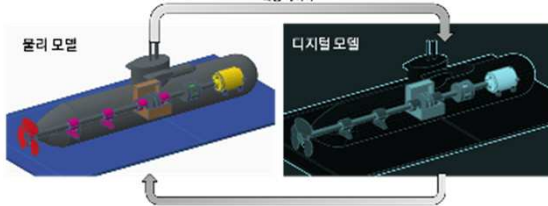
*함정, 발전시스템, 플랜트/조선, 산업기계 등

가상공학

- 해군 함정, 발전 플랜트 등 대형 기계시스템의 안전성·생존성 극대화 기술, AI-PHM, 디지털트윈 기술



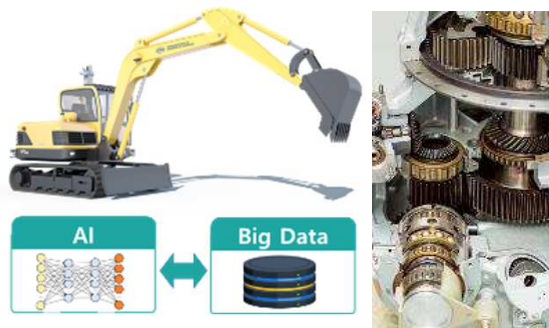
측정 데이터



신속한 가상모델 예측
(정진동, 공진동, 비틀림 진동)

산업기계DX

- 산업기계 디지털전환 및 자율화, 동력전달시스템 설계 및 시험평가 디지털화 기술, XR 기반 가상화 기술



신뢰성

- 기계류 부품·장비 가속수명시험·인증, 신뢰성 기반 설계 및 시스템 분석기술, 오픈소스기반 가상공학 SW개발 기술



연구역량 | 지역조직 연구센터



부산기계기술연구센터

- 설립: 2013. 2월, 강서구 미음산단(25,973 m²)
- 연구분야: 레이저기술, EV/수소차부품, 원전기기검증
- 인력: 총 30명(정규직 27명), 연구비 138억 원/년



대구융합기술연구센터

- 설립: 2010.12월, 달성군 유가읍(33,125 m²)
- 연구분야: 인간증진 의료로봇, 디지털 헬스케어 시스템
- 인력: 총 24명(정규직 23명), 연구비 60억 원/년



(김해)LNG극저온시험인증센터

- 설립: 2013. 8월, 김해시 주촌면(13,219 m²)
- 분야: LNG극저온 펌프, 밸브, 열교환기 시험인증센터
- 인력: 총 8명(정규직), 연구비 44억 원/년



(예정) 보령수소터빈시험연구센터

- 설립: 추진 중
- 분야: 수소/암모니아 터빈
관련 시험 및 성능평가



주요 연구성과

제조장비

우수성과 100선 롤투를 제조기술로 고유연 OLED 조명/사이니지 생산기술

- 인쇄 연속생산기술과 마스크 진공증착 방식 결합
- 롤 기반의 하이브리드 유연전자소자 생산 가능



탄소중립

우수성과 100선 초임계 CO₂ 발전 시스템용 핵심기계 독자개발 및 실증

- 국내 최초로 기존 증기 대신 초임계 상태의 CO₂를 작동 유체로 활용하는 발전 방식



로봇·AI

우수성과 100선 다양한 환경에 적용 가능한 AI 기반 모듈형 자율작업 로봇기술

- 최소한의 변경으로 다양한 모듈(이송, 매니퓰레이터, 리프트 등)을 선택할 수 있는 맞춤형 작업 로봇



국무총리 표창 전량 일본 수입에 의존하던 지그센터 국산화 성공

- 고정밀도의 지그보러금 머시닝 센터 개발, 고부가가치 공작기계 기술기반 확보



2023
최우수
연구상

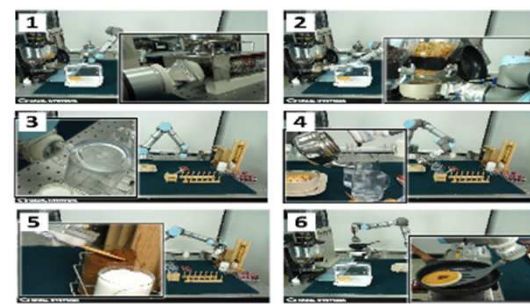
10대 기계기술 플라즈마 기술을 이용한 특수차량 배출 매연 제거기술

- 과기부/국방부와 협력, 군용 차량 대상 미세먼지 발생량 97% 이상 저감 실증(몽골 ODA)



10대 기계기술 모든 형상의 물체를 다룰 수 있는 만능 그리퍼

- 하나의 그리퍼로 다양한 물체 파지 가능
- 비대면 서비스로봇(요리로봇, 서빙로봇)에 활용



최근, 언론이 주목한 주요 연구성과('24.)

YTN, MBC
전자신문 등

투명조절 맘대로, 세계 최초 개발한 '초대형 스크린' ('24.07)

- 강추위, 폭염에도 실외 설치 가능한 100인치 나노 투명스크린 세계최초 개발
- 조명과 영상 정보에 따라 투명도 자유 조절



MBC 연합뉴스
전자신문 등

기계연, 미국 글로벌기업에 저탄소 올레핀 기술 이전('24.07)

- 글로벌 엔지니어링 회사 KBR에 기술이전
- CPOx®기술로 촉매방식 NCC공정(납사분해)의 촉매재생기 연료 다변화를 통해 탄소 저감



대전MBC
조선비즈 등

땀의 '포도당' 수치 진단하는 웨어러블 기술 개발('24.06)

- 신축성이 우수한 마이크로 스케일의 전기방사 섬유 위 금속산화물 나노구조체의 안정적 전사
- 기계연, KAIST 공동연구 성과



KBS, MBC
SBS 등

'바로바로 작업 지시' 로봇 AI 기술 개발 ('24.01)

- 제조업 다양한 공정에 적용 가능한 로봇 작업 AI 기술 세계 최초 개발
- 전기차 부품업체 실증, 제조 작업 공정에 활용



KBS, YTN,
MBC 등

의료폐기물 병원서 멸균 처리 감염 걱정 뚫' ('24.03)

- 의료폐기물 멸균 기술, 충남대병원 실증 완료
- 의료폐기물 수송 과정에서 감염 위험성 차단
- 폐기물 처리 비용 연간 718억원 절감



MBC
YTN, JTBC 등

건물·항공기 내부 균열 "한 번에 찾는다" ('24.02)

- 원형 편광 초음파 생성 메타물질 세계최초 개발
- 향후 산업용 검사·초음파 기술 등 원천기술로 활용될 것으로 기대



(Leaflet) 농생명 분야

1 KIMM 농업 분야 연구조직



노지자율예찰
융합연구단



자율제조연구소
· 반도체장비연구센터



탄소중립기계연구소
· 히트펌프연구센터



AI로봇연구소
· 첨단로봇연구센터



친환경에너지연구본부
· 도시환경연구실
· 무탄소발전연구실



가상공학플랫폴연구본부
· 산업기계DX연구실

2 KIMM 농업 중점 연구분야

스마트팜

스마트팜 에너지를 효율적으로
공급하는 환경-에너지 기술

- 스마트팜 고효율 에너지 기기·시스템
(도시환경연구실, 무탄소발전연구실, 히트펌프연구센터)

- 미래농업 시설
: 옥상온실, 식물공장, 우주농업
(도시환경연구실)

- 플라즈마 기반 농작물 장기 보존
(반도체장비연구센터)



농업로봇

사람의 농작업 대체를 위한
첨단 로봇 기술

- 작업/수확/운반용 로봇
(첨단로봇연구센터)
- 노지 과수용 자율 예찰 로봇 및
광이미징 기반 병해충 조기탐지
(노지자율예찰융합연구단)



농업기계

기존 농업기계의 무인·
자율화 및 품질 고도화 기술

- 농업기계 무인자율화
(산업기계DX연구실)
- 동력전달장치 설계/해석/시험평가
(산업기계DX연구실)



3 KIMM 농업 핵심 보유기술

스마트팜



KIMM 보유기술

- 스마트팜 에너지 시스템 설계 및 해석기술
- 식물공장/수직농장 공조기술(냉난방/제습/CO₂)
- 수소를 이용한 온실내 온열-냉열-전기 3중열병합 생산 기술
- 과채류 장기보존 기술(효율/에틸렌 생성 억제)

농업로봇



KIMM 보유기술

- 시설 및 수직농장환경 농수작업 로봇화 기술
- 과수 농장 자율주행/작업 기술
- 다파장 광이미징기술 이용 식물병충해 진단 기술

농업기계



KIMM 보유기술

- 트랙터 자율주행 및 자율작업 기술
- 농업기계 변속기 설계 및 제어 기술

4 KIMM 주요 연구과제

스마트팜



- 도시농업** : 다중 분산발전 기반의 옥상온실형 스마트 그린빌딩
융복합 시스템 개발 및 실증
- 도시농업** : 수송용 고온다습형 스마트 온실 패키징 모델 개발
- 도시농업** : 교육시장 및 도시농업 특화 스마트팜 기술 개발
- 무탄소발전** : 수소연료전지 3중 열병합 시스템 농업모델 개발
- 무탄소발전** : 신재생에너지 및 복합열원 등을 활용한 온실에너지기술 사용하
전환공정 플랫폼 및 고상전환 시스템 개발

농업로봇



- 첨단로봇** : 다수 로봇 협업 기반 원예작물 수확용 로봇 개발
- 첨단로봇** : 수직농장 유엔생산을 위한 자율 농수작업 로봇기술 개발
- 노지예찰** : 빅데이터 기반 친환경 노지 과수용 자율 예찰 시스템 및
방제 플랫폼

농업기계



- 산업기계** : 산업용 모바일 작업기계 자율화 기반기술 개발
- 산업기계** : 다목적 농작업이 가능한 윤거조절형 크롤러 기반 30kW급 주행
플랫폼 개발
- 산업기계** : 공용화가 가능한 100kW급 듀얼클러치 변속기 시스템 및 표준형
제어 플랫폼 개발

(Leaflet) 극저온 분야



극저온 냉각 기술이란?

- 압축기 · 팽창기 · 열교환기 등의 기자재가 열역학 사이클로 운전하며 극저온 환경을 생성 및 유지하는 기술 * 극저온은 일반적으로 영하 150°C 이하의 온도를 의미
- 극저온 냉동기 기술(극저온 냉열 생성)과 극저온 시스템 기술(극저온 환경 유지)로 구분

적용분야

- 우주 · 기초과학**
 - 발사체 연료 · 우주 관측
 - 양자 컴퓨팅 · 입자가속기
- 미래 산업**
 - 수소 · LNG
 - 초전도 · 반도체
- 의료**
 - 암치료 장비/가속기
 - 바이오 시료 보관

대표 사례

- 상전도 → 초전도**
액체헬륨으로 냉각되는 초전도 케이블
→ 손실없는 대용량 전력 공급
- 다열 선택 → LNG 선박**
-160°C인 LNG를 쉽게 사용 가능
→ LNG 저장소 및 LNG 선박 적용
- 입자가속기**
고자기장으로 고정밀 진단 및 치료
(암의 4도지 80%까지 치료)
→ 표적암치료를 실현

활용 분야 Application

반도체, 바이오, 수소, 우주, 초전도, 양자 등 미래 산업과 핵융합, 입자 가속기 등 기초과학 분야의 기반 기술로 활용

상온 RT~0°C

- 가정용 · 산업용 냉장

저온 0°C~60°C

- 산업용 냉동(Chiller)
- [식품] 냉동냉장

초저온 -60°C ~ -150°C

- [CCUS, -60°C] 탄소 액화 등
- [반도체, -100°C] 반도체 공정 극저온 설비
- [의료, -100°C] 바이오 시료 보관
- [친환경 냉각] 데이터 센터 냉각 등

극저온 -150°C ~ -273°C

우주 2~130K (-271~-143°C)

- 자성기에서 방사체 연료와 산화제의 극저온 유지, 고밀도화를 위해 대용량 극저온 냉각기술 적용, 우주 연료와 산화제의 무손실 저장에도 필요
- 우주기지에서 원자로를 이용한 전력 생산에 스텔링과 브레이튼 발전 기술 적용
- 인공위성과 우주 망원경에는 검출기에 따라 다양한 온도의 극저온 냉각기 적용



에너지(LNG) · 가스 70~120K (-200~-150°C)
· 천연가스 액화, 공기 액화(액체산소, 질소) 등 에너지 및 가스 산업용 대용량 극저온 냉각 기술

초전도 20~70K (-243°C)

- 초전도 전력기기는 통력 발전용 초전도 발전기, 송배전용 초전도 케이블 등 고효율 전력 계통을 가능케하는 기술로 극저온 냉각이 필수적



수소 20K (-253°C)
· -253°C 액체수소의 대용량 저장 및 운송을 위해 수소 재액화 및 펌프, 밸브, 열교환기 등 극저온 기자재 기술 필요

입자가속기 4K (-269°C)

- 입자가속기와 핵융합 발전을 위해 극저온 수준의 헬륨냉매 기술 필수
- [사례] 중이온가속기(포항, 오창), 양성자가속기(경주, KSTAR(대전))



양자 컴퓨팅 0~1K (-273°C)
· 본격적인 양자 기술의시대를 여는 양자기술은 절대 0도에 근한 1K 이하의 극저온 냉각 요구

국내외 기술 현황 Technology Status

냉각 온도, 용량, 형태에 따라 다양한 극저온 냉동기 및 시스템 개발이 필요하며 원천기술은 해외 글로벌 기업에 의존

* 대용량 냉동기는 공정기술(냉각 사이클), 핵심 소부장(냉매압축기, 팽창기, 열교환기, 밸브, 펌프박스), 건설 · 운영 기술을 포함한 플랜트 산업으로 분류되며, 소형 냉동기는 일반적용로 일체형 시스템으로 개발 제작 및 판매됨

해외

주요 글로벌 선도 기업이 냉동기 분야별로 독과점

- 스텔링** Sunpower(미국), Ricor(이스라엘), Stirling Cryogenics(네덜란드)
- 브레이튼** Air Liquide(프랑스), Linde(독일)
- 양자용 냉동기** Bluefors(핀란드)
- GM/맥도넬** Cryomech(미국), Si(일본)

★ 세계 최고 수준 ★



[Stirling] MR90 0.5W@5K



[Cryomech] 수소액화용 40W@20K

국내

주로 최종 시스템 개발에 집중 시스템 기술은 부분적으로 확보, 극저온 냉동기 기술은 미흡

- 주요기업** (주)에프에스, 크라이오에이치엔아이(주)
- KIMM** 유일한 극저온 냉동기 개발 출연원 원천 및 실용화 기술, 인력, 인프라 보유

★ 국내 중심 기관 ★
(국내 최고 수준)

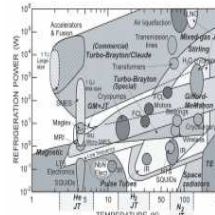


온도 -150°C(Ne), -253°C(H₂, Ne) 기술 보유
규모 10~50KW급 수준

극저온 냉동기의 종류 및 적용 분야

극저온 냉동기는 냉각 대상의 온도에 따라서 맞춰 적용이 되어야 하며, 일반적으로 중소형 냉동 시스템에는 재생식 극저온 냉동기를, 대형 냉동 시스템에는 복열식 극저온 냉동기를 적용

- **맥도넬 냉동기**: 냉매에 따라 다양한 온도 범위로 냉각할 수 있으며, 구성 요소(압축기 및 팽창기)의 규모에 따라 냉각 용량이 가변적
- **혼합냉매 증류식 냉동기**: 저온 동부위가 없어 초소형 냉동기가 적용되는 극저온 수송이나 초대형 시스템 (10kW 이상)인 천연가스 액화 시스템에 주로 적용
- **스텔링 냉동기, 펄스튜브 냉동기**: 20K 이상의 온도 범위에 적용되며, 군사용인 초소형부터 중대형 냉각 용량(수 kW)까지 적용 가능
- **GM 냉동기**: 4K 이상의 온도 범위에서 주로 적용되며, 온도에 따라 가변적이거나 최대 약 수백 W 정도의 냉각 용량에 적용



현안 이슈 Current Issues

국내 수요자의 극저온 냉각기술 자립에 대한 강력한 요구

극저온 기술의 해외 종속 극복 및 제도, 표준의 선점 필요

"해외 극저온 헬륨플랜트 도입 과정에서 해외 공급사의 소극적 태도로 개발에 제약이 많았음, 국내 개발과 기술 자립이 절실" - 중앙연구개발연구소

"국내 최초 액화수소 생산 기지는 해외 기술에 의존되어 플랜트 구축 및 운영이 어려움, 원천기술 및 핵심 기자재 국산화가 필수적" - 두산에너빌리티

전략 방향 Strategic Direction

극저온 냉동기 핵심 기술 확보 및 제도 · 표준 선점

01 [소형-스텔링/GM/맥도넬]

- 범용성이 큰 대표적 극저온 냉동기 우선 개발로 극저온 응용 R&D 촉진
- ✓ 스텔링: 반도체 · 바이오 중심 응용에 주력한 냉동기 및 활용 기술 개발
- ✓ GM/맥도넬: 냉각온도 80K(초전도 · 바이오), 20K(수소), 4K(양자)에서 대표 사양을 선정하여 개발 추진

극저온 냉동기 핵심기술 개발

02

- [대형-브레이튼]**
터빈기계 등 핵심 소 · 부 · 장 개발과 병행하여 수소액화, 헬륨액화, 공기액화 플랜트 등 대형 플랜트 원천기술 확보
- ✓ 기초과학(가속기, 핵융합), 수소, 우주항공 분야 기반 기술

03

- 액체수소 등 극저온 산업 관련 미비한 국내외 기준 · 표준 선점**
- ✓ 국제센스 등 한시적용: 액체수소 생산, 터미널, 운반선, 충전소 등
- ✓ 양자 분야 등 신규 기술 분야의 국제 표준 주도 필요

미래를 대비한 정부 주도의 산학연 융합 극저온 응용기술 개발

- 출연연**
협력을 통한 극저온 냉각기술 전문 연구 체계 구축
- 산업계**
극저온 냉각기술의 산업 활성화 및 점진적 기술 자립 확대
- 대학**
R&D 참여로 극저온 전문 인력 양성