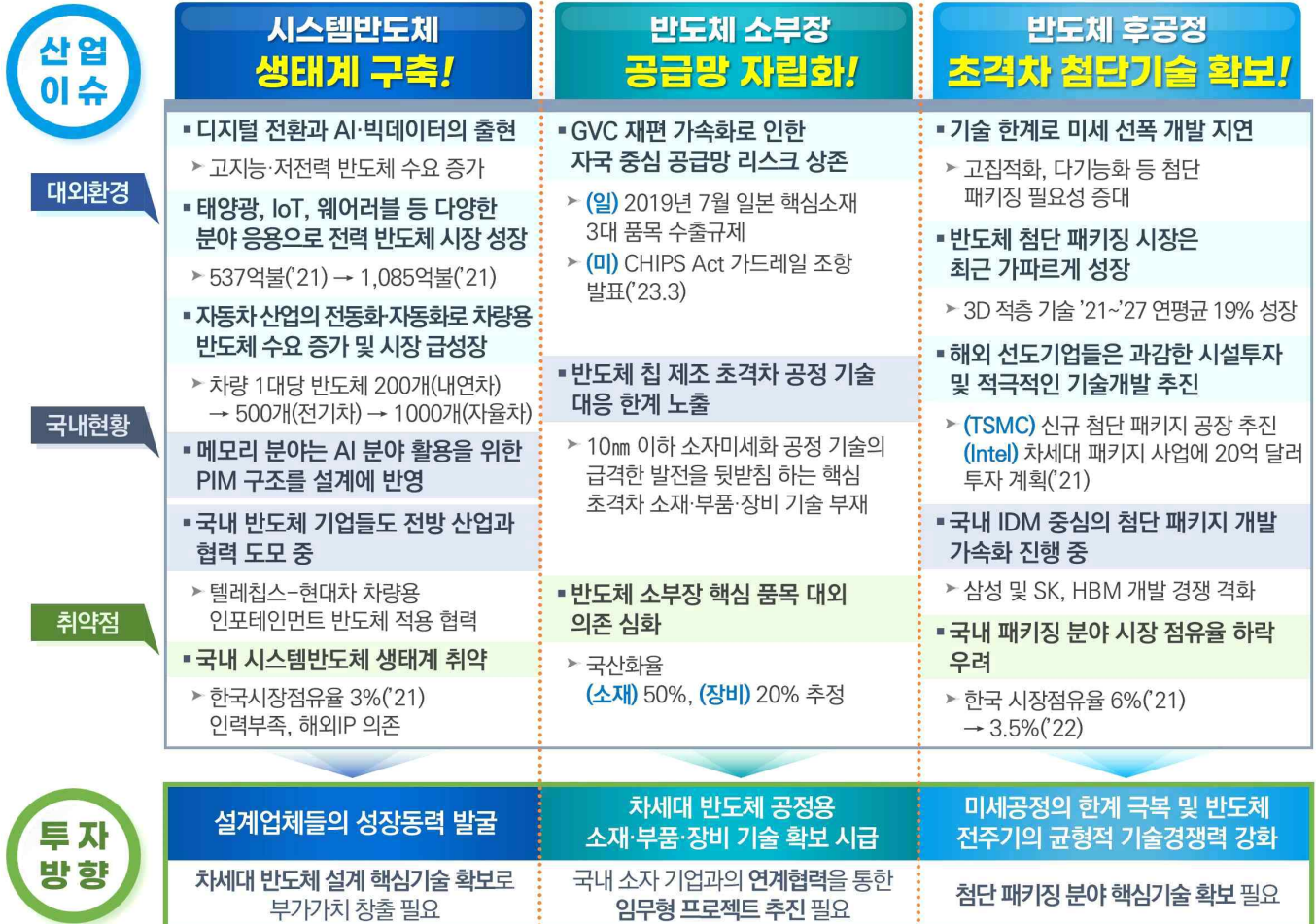


# 11개 분야별 초격차 프로젝트 로드맵

## 01. 반도체 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황



# 미션 및 프로젝트

## 미션 1

## 첨단 시스템 반도체 강국 도약



	현재 수준('24)	단기(~'27)	중장기(~'32)
<b>프로젝트 1</b>	<b>모빌리티·에너지·가전용(초고전압(10kV급)·초고속충전) 화합물 전력반도체 개발</b>		
① 가전용 고속충전 Integrated GaN	<ul style="list-style-type: none"> <li>100V GaN 단일 소재(수입)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15V~350V GaN Supply chain 개발</li> <li>GaN on Silicon 4 inch 공정확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrated GaN 공장, 소재, 모듈 개발</li> <li>GaN on Silicon 6 inch 공정확보</li> </ul>
② 10kV급 UHV SiC 전력반도체	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.3kV/10A 4 inch SiC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일구조 6.5kV/10A 전력반도체 개발</li> <li>&gt;50μm급 에피 4 inch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UHV급(10kV, 20A) 전력반도체 소재/모듈 개발</li> <li>&gt;100μm급 에피 6 inch</li> </ul>
③ xEV 800V 배터리 준급속 충전용 SiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>800V대 변환효율 80%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,000V, 20mΩ, Discrete용 SiC 소자 개발</li> <li>Planar MOSFET 8 inch 공정개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,000V, 5mΩ, SiC 모듈 개발</li> <li>Trench MOSFET 8 inch 공정개발</li> </ul>
기반 구축			
<b>프로젝트 2</b>	<b>자율주행(레벨4이상) 차량용 반도체(AP, 제어기, 센서) 기술 개발</b>		
① 고성능 프로세서	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 양산 제품 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행 1000TOPS AI 가속기</li> <li>AEC-Q/ASIL 만족 SoC 설계 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SDV용 1000TOPS이상 Central Processing AP</li> </ul>
② 고안전 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>라이다 거리 : 기계식, 100m('23)</li> <li>카메라 : 가시광선, 2M Pixel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>라이다 거리 : 고정식, 200m</li> <li>카메라 : 가시광선/적외선, 8M Pixel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>라이다 거리 : 주파수방식, 250m</li> <li>카메라 : 약천후 극복(적외선/분광/편광)</li> </ul>
③ 고안전 믹스드 시그널	<ul style="list-style-type: none"> <li>전원 : 12V급 전력관리</li> <li>통신 : 국내 양산 제품 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전원 : 12~48V 전원변환 반도체</li> <li>통신 : 5ch~10Gbps 카이더넷 반도체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전원 : 12~48V kW급 전원변환 반도체</li> <li>통신 : 2ch~32Gbps(센서,모니터) I/F 반도체</li> </ul>
④ 고신뢰 패키징	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량용 프로세서-메모리 SiP 기술 부재</li> <li>차량용 저손실 AoP(센서, 통신) 기술 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량용 신뢰성만족 프로세서 SiP 기술</li> <li>패키징용 컨포멀 형태의 저손실 소재 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>임베디드 컨포멀 AoP(Antenna on Package) 기술 상용화</li> </ul>
기반 구축	(인프라)자동차용 반도체 기능안전회성 기반구축('22~'26), (인프라)자동차용 반도체 기능안전회성 기반구축('22~'26), (표준)자율주행차량반도체 표준인증('27~'31)		
<b>프로젝트 3</b>	<b>주력산업 맞춤형 온-디바이스 AI 반도체(SoC, 센서, 모듈, 시스템) 기술 개발</b>		
① 산업맞춤형 AI 반도체	<ul style="list-style-type: none"> <li>서버용 GPU, NPU</li> <li>국내 산업 맞춤형 AI 반도체 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sLLM 기반 3W급 AI 반도체</li> <li>고효율 PIM기반 NPU 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sub-W급 생성형 AI NPU 개발</li> <li>온칩 학습 가능 뉴로모픽 반도체</li> </ul>
② 온-센서 AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>수동보정으로 성능 지속적 하락</li> <li>수십mW급 단순 센싱기능 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10mW 이하급 온-센서 AI 및 Hybrid-SoC 개발</li> <li>장수명화용 AI Self-Calibration 및 자가관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수mW급 다중 데이터 결합 온-센서 AI 단일칩</li> <li>환경적응형 저전력화 기술</li> </ul>
③ 온-디바이스 AI 모듈	<ul style="list-style-type: none"> <li>외산 AI 반도체 기반 모듈 개발</li> <li>CUDA 등 외산 SDK 선호 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주력산업용 온-디바이스 AI 모듈 개발</li> <li>온-디바이스 AI SDK 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>뉴로모픽 반도체 기반 온-디바이스 AI 모듈 개발 및 SDK 국산화</li> </ul>
④ 산업맞춤형 경량화 AI 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>지도학습 기반 DNN, CNN 계열 인공지능경량 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI sLLM 개발 (매개변수 1억개 이하)</li> <li>제조산업용 생성형 AI 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주력산업 맞춤형 Optimized Small AI 모델 국산화 개발 및 검증</li> </ul>
기반 구축			

## 미션 2

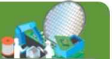
## 차세대 첨단패키징 선도기술확보



<b>프로젝트 4</b>	<b>반도체 첨단 패키징(1μm이하)용 핵심기반기술(적층,이종접합,재배선 등) 개발</b>		
① 하이브리드 본딩 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>국산 상용화 제품 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고성능 하이브리드 본딩장비 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D IC용 하이브리드 본딩장비 개발</li> </ul>
② 기능성 후공정 소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>8W/mK급 방열소재</li> <li>본딩 온도 220℃ 구리 패드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12W/mK급 방열소재 개발</li> <li>본딩 온도 175℃ 구리 패드 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15W/mK급 방열 소재 개발</li> <li>본딩 온도 170℃ 구리패드 개발</li> </ul>
③ 재배선 및 접합 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>HBM3 실리온 인터포저(수입)</li> <li>선폭 10μm 2층 재배선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선폭 5μm 4층 재배선 기술개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HBM4 실리온 인터포저 내재화</li> </ul>
기반 구축	(인력)차세대반도체 소재부품장비 후공정전문인력양성('24~'28), (표준)고집적 반도체 패키징 기술 국제표준화('24~'28), (국제) 글로벌 기술확보형 첨단 패키징 기술개발('25~'31)		

## 미션 3

## 초격차 경쟁력 유지를 위한 반도체 공급망 강건화

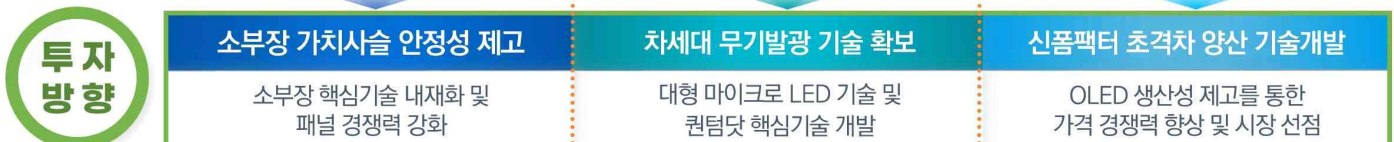
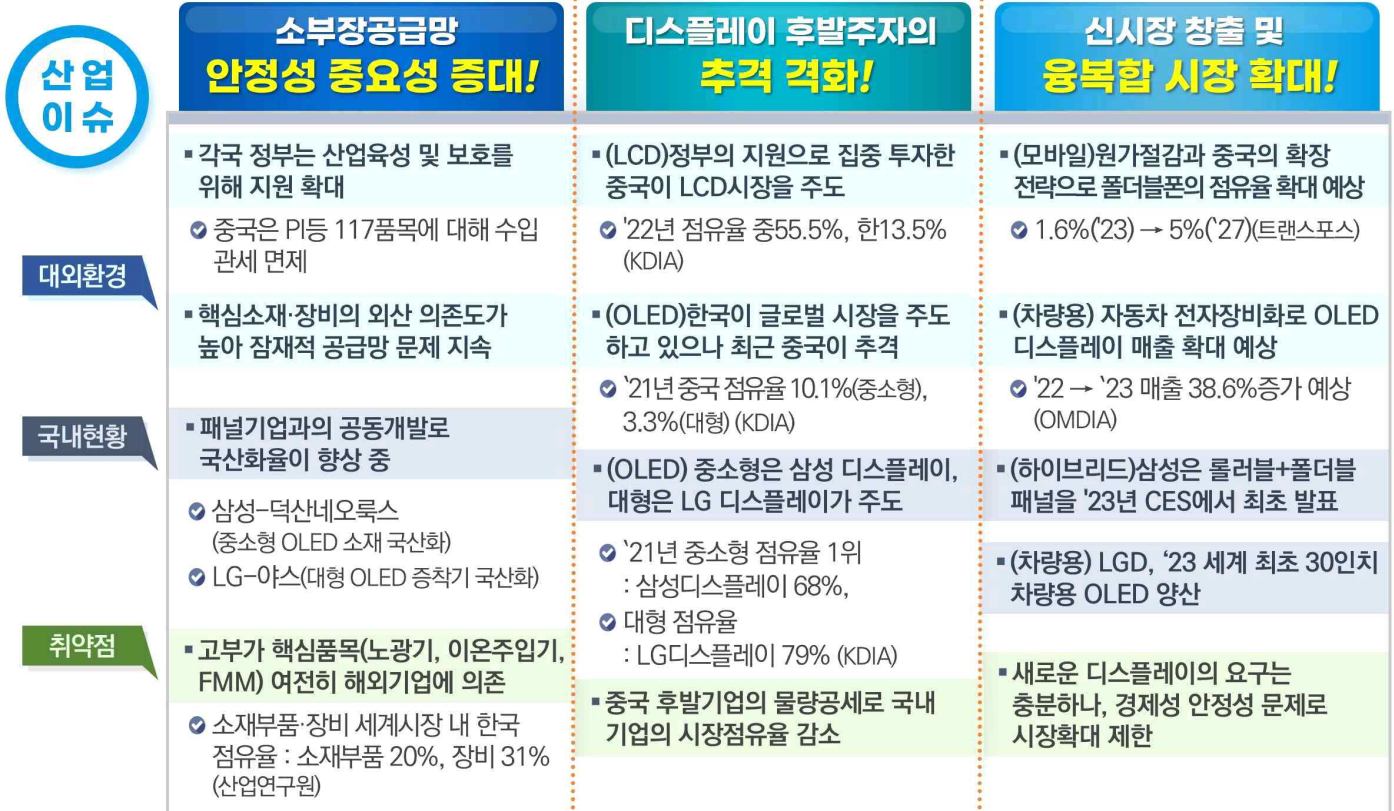


<b>프로젝트 5</b>	<b>첨단 반도체(12인치급 웨이퍼 기반) 소재·부품·장비 조기상용화 실증 미니맵 구축</b>		
① 양산수준 검증환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>공정 개발용 부분적 장비 구축</li> <li>개발, 실증, 양산 연계 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>양산 현장 동일환경 맵 구축</li> <li>개발공간과 실증공간 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소자기업 R&amp;D 연계 운영</li> <li>양산선 검증 프로그램 확대</li> </ul>
② 300mm 20나노 이하공정	<ul style="list-style-type: none"> <li>200mm 단위공정 위주</li> <li>최대 40나노급 공정 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300mm 핵심공정 장비 셋업</li> <li>최대 20나노급 공정 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>첨단 노광 활용 공정 적용</li> <li>최대 10 나노급 공정 구현</li> </ul>
③ 반도체 소부장 초격차기술 조기 상용화 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 소부장 기술 등은 해외 대비 열위</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시설 시범 운영 및 공공R&amp;D 연계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수요기업 연계 및 조기 상용화</li> </ul>
기반 구축	(인프라) 차세대 첨단소재/부품/장비성능평가 플랫폼 ('24~), (표준) 양산연계형 첨단반도체 웨이퍼 표준인증('24~'28)		



## 02. 디스플레이 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 공격적 新품팩터 확대로 디스플레이 신시장 창출



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 공간·유연·신축·투명 품팩터 특성의 맞춤형(초소형·중소형·대형) 디스플레이 개발

##### ① 초소형 XR용 마이크로 디스플레이



▪ XR용 마이크로디스플레이 시제품 (화소 육안 인지 수준)

▪ XR 마이크로 디스플레이 상용화 (레티나급 화소밀도, 개구율 구현 기술)

▪ 초고해상도 광 FoV 구현 기술

##### ② 중소형 형태/공간/환경 가변 디스플레이



▪ 단축 폴딩 상용화 기술  
▪ 3D 적용 여부: 미적용

▪ 2축 폴딩 상용화 기술  
▪ 3D 적용 여부: Light-Field

▪ 하이브리드 가변형 상용화 기술  
▪ 3D 적용 여부: 2D/3D 가변

##### ③ 대형 초실감 공간 디스플레이



▪ 초실감 평면LF 구현 기술

▪ 초실감 곡면LF 구현 기술

▪ 초실감 동형LF 구현 기술

기반구축

(인프라)플렉서블·스트레처를 산업 창출을 위한 부착형 디스플레이 기술 기반구축('23~'27),  
(국제)XR 마이크로 디스플레이를 위한 초고해상도 화소 형성 기술('25~'29)

### 미션 2

### 무기발광 디스플레이 기술 표준·시장 선점



#### 프로젝트 2

#### 초소형 고해상도(10K) 및 대면적 고휘도(2,000nit) 무기발광 디스플레이 개발

##### ① 초실감·고휘도 XR용 LEDoS 디스플레이



▪ XR용 LEDoS 시제품

▪ 옥외용 XR LEDoS 상용화 기술 (고휘도, 고색재현, 고해상도)

▪ 초고휘도, 초고해상도 XR 디스플레이 기술

##### ② 품팩터프리 iLED 디스플레이



▪ 투명 디스플레이 시제품  
▪ 연신 디스플레이 시제품

▪ 투명, 연신 디스플레이 제품화 기술

▪ 투명, 연신 응용 제품 다변화

##### ③ 초대형·고화질 모듈러 디스플레이



▪ 소형 단위 패널 구현 기술

▪ 단위 패널 증형화 기술

▪ 초대형 디스플레이용 대형 단위 패널 기술

기반구축

(인프라)마이크로LED 디스플레이 산업화 지원을 위한 인프라 및 기반 구축('21~'24),  
(인력) 산업전환형 무기발광 디스플레이 전문인력양성('23~'27), (표준) 국가표준기술력 향상사업 (무기발광디스플레이)('23~'26)

### 미션 3

### OLED 소부장 공급망 안전성 강화



#### 프로젝트 3

#### 8세대 OLED 상용화를 위한 소재·부품·장비(발광소재, 디지털 노광기 등) 기술개발

##### ① 성능혁신, 고부가가치 소재/부품



▪ Ox-TFT, OLED 화소용 소재 및 소자 기술

▪ Ox-TFT, OLED, 성능 2배 향상 기술

▪ 초고성능 Ox-TFT 및 OLED 소재, 소자 기술

##### ② 고정밀 / 고생산성 OLED 제조장비



▪ 6.5세대 증착 장비 기술

▪ 증착기 생산성 2배 이상 확보

▪ 대면적 고생산성 증착기 기술

##### ③ 친환경 소재/부품 공정 기술



▪ 고GWP가스 사용

▪ 저GWP 가스 확보  
▪ 고GWP 가스 처리 기술

▪ 탄소 중립 구현 가스 및 공정 기술 확보

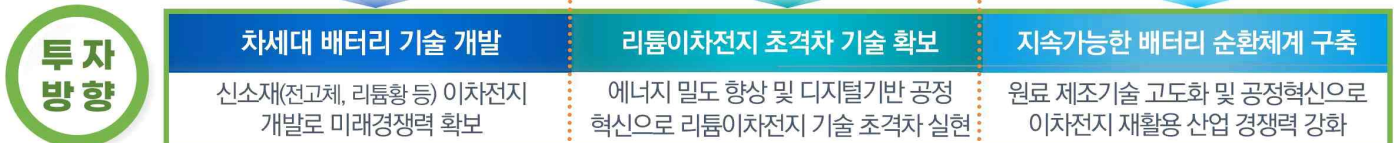
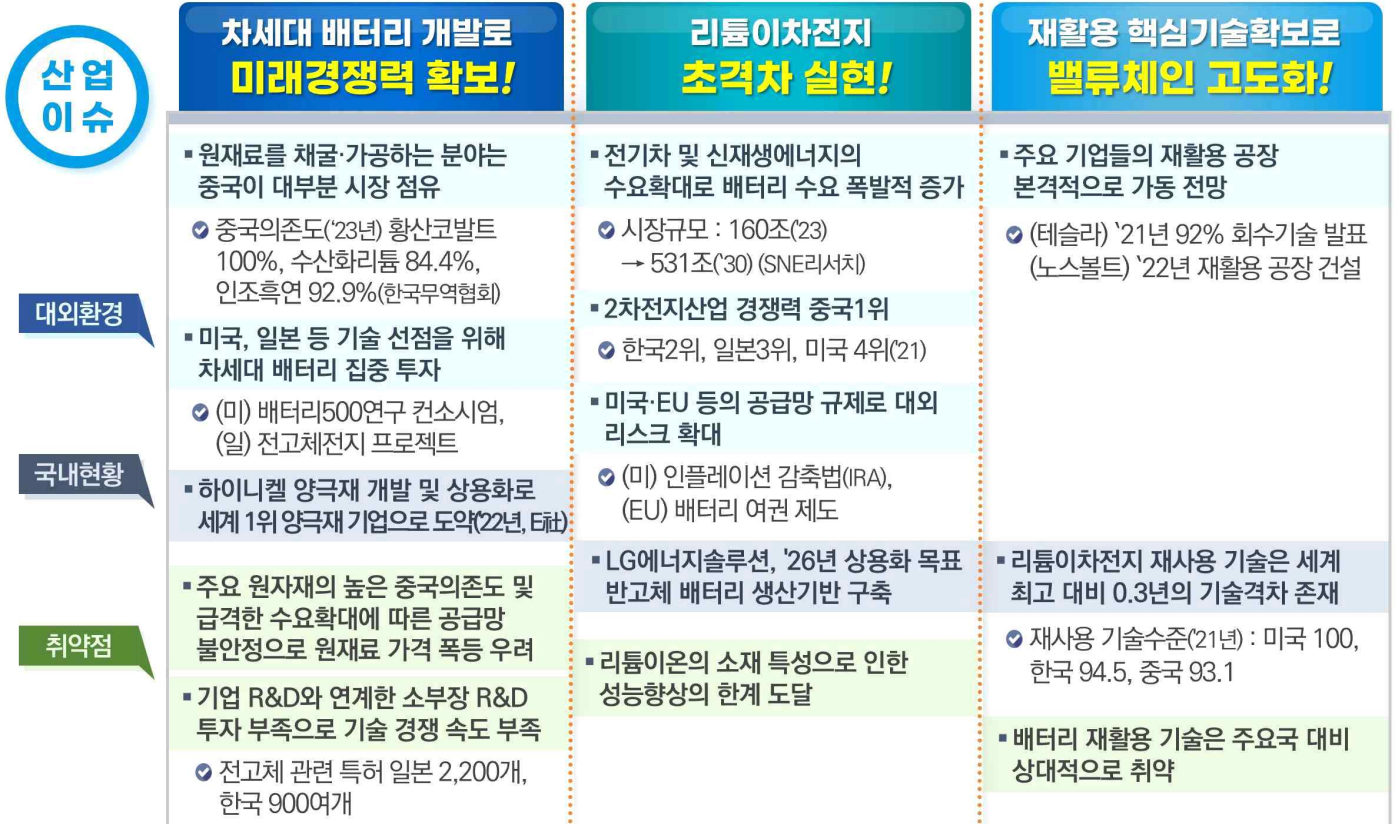
기반 구축

(인력) 차세대디스플레이 공정장비소재 전문인력양성('20~'24), (국제) 고효율 장수명고색순도 특성을 갖는 초형광 소자('25~'29),  
(표준) 친환경 디스플레이 소재 표준인증 지원사업('24~'28)



### 03. 이차전지 초격차 로드맵

#### 산업구조 및 현황



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1 상용 배터리 기술 초격차 확보 및 포트폴리오 다변화



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 상용 배터리 고에너지 밀도 소재부품 개발 및 디지털 기반 공정혁신

##### ① 리튬배터리 성능개선



■ 니켈 삼원계+저함량 실리콘 소재 적용으로 250~300Wh/kg 구현

■ 니켈 90% 이상 양극재 개발  
■ 실리콘 고함량 적용 전극 개발

■ 350Wh/kg 이상급 삼원계 상용화  
■ Pure silicon 적용 기술 개발

##### ② 고생산성+친환경 공정개선



■ 공정 디지털화 개발 시작  
■ 제조공정 RE100 적용 확대

■ 디지털 트윈 공정 구축  
■ 탄소저감 제조 공정 상용화

■ 고생산성 및 저탄소 공정혁신형 디지털 기반 기술 확보

##### ③ 저가 배터리 개발



■ 인산철계 150~180Wh/kg  
■ 나트륨계 150Wh/kg

■ 200Wh/kg급 인산철 전극 개발  
■ 나트륨 양극-전지 기술개발

■ 250Wh/kg 이상 인산철 상용화  
■ 원료자립형 나트륨이온전지 양산

#### 기반 구축

(국제협력) 고용량 LIB 음극용 나노실리콘 기반 소재부품 기술('24~'26), (인력양성) 배터리아카데미구축('24~'28), (표준) 수요산업연계형 배터리팩 표준인증 지원사업 추진('24~'28년), (인프라) 고출력 이차전지 소재-부품 대응용 성능검증 플랫폼 기반구축('25~'29)

### 미션 2

### 차세대 배터리 시장 선점



#### 프로젝트 2

#### 미래 모빌리티용 고안전·고밀도·초경량(전고체, 리튬메탈, 리튬황) 배터리 개발

##### ① 황화물계 전고체 배터리



■ 용량: 5Ah  
■ 에너지밀도: 600Wh/L

■ 대면적 전극 제조 기술개발  
■ 고용량 적응형 공정 개발

■ 실차 적용 및 상용화 테스트

##### ② 장수명 리튬-메탈 배터리



■ 용량: 4.2Ah  
■ 에너지밀도: 880Wh/L

■ 광폭 전극 개발  
■ 배터리 셀 제조 공정 개발

■ 실차 적용 및 상용화 테스트

##### ③ 초경량 리튬-황 배터리



■ 용량: 14.7Ah  
■ 에너지밀도: 350Wh/L

■ 전극 개발 및 공정 개발  
■ 배터리 셀 제조 공정 개발

■ UAM 적용 및 상용화 테스트

#### 기반 구축

(국제협력) 고에너지밀도 리튬 황 복합전극 기술('24~'27), 고이온전도도 고체 전해질 기술('24~'27), (인프라) 전고체 전지용 차세대 소재 개발 및 제조 기반 구축('24~'28), (표준) 차세대 이차전지 표준화 사업 추진('25~'28)

### 미션 3

### 사용후 배터리 재활용 기술 초격차 실현



#### 프로젝트 3

#### 재활용 핵심 원료 제조 기술 고도화(원료 제조 공정비용 50% 저감) 및 공정혁신

##### ① 고순도 삼원계 양극재 원료



■ 재활용 원료 순도 95% 이상

■ 순도99% 이상급 상용화  
■ 원료 정제 기술 고도화

■ 고순도 4N급 원료소재 상용화

##### ② 음극재 핵심원료 및 전극



■ 음극재 흑연 순도 99.5% 이상

■ 음극재 선별·회수 기술 개발

■ 수요기업 양상 평가 및 상용화

##### ③ 재활용 공정 고도화



■ 자동화 공정 연구실 수준

■ 실시간 모니터링 및 자동화 기술개발

■ 불량률 최소화가 가능한 생산성 고도화 및 고품질화

#### 기반 구축

(표준) 사용 후 배터리 표준개발 및 기능안전 신뢰성 구축 사업 추진('24~'28)



# 04-1. 미래모빌리티(자동차) 초격차 로드맵

## 산업 구조 및 현황



산업이슈	미래차 부품장비 기술력 세계 1위 구현!	미래 모빌리티 신시장 창출!
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (전동화) 미/일/EU에서 원천기술을 보유하고 기술 선도 중이며, 기반 연구인력 인프라 우수</li> <li>▪ (연료전지) 미국이 연료전지시스템 기술을 선도하고 있으며, 중국은 상용차용 연료전지시스템 시장 확대</li> <li>▪ (전동화) 상용 이차전지 배터리 기술은 최고 수준이나 모터, 인버터 등 전장부품은 경쟁력 취약</li> <li>▪ (제조) 초대형 일체화 전기차 차체 제조 기술력은 미국, 중국, 독일, 등에 이어 세계 4위 수준으로 경쟁력 저하 심각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (SW) 차량내 SW 비중이 높아지면서 ICT 기업의 자동차 산업 신규진입 활발, 사이버보안의 중요성 증가</li> <li>▪ (자율주행) 미국과 중국이 글로벌 자율주행 기술을 선도하고 있으며, 자율주행 기술 탑재 차량 지속 확대</li> <li>▪ (SW) '25년부터 무선 업데이트 기술 전면 적용 등 SDV 전환을 목표로 기술개발 추진중</li> <li>▪ (자율주행) 스타트업 기업을 중심으로 자율주행 플랫폼을 개발하고 있으며, 인지, 판단 핵심부품 기술개발 추진중</li> </ul>
대외환경		
국내현황		
취약점	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국내 부품, 모듈 경쟁력은 우열이 혼재되어 있으나, 특히, 전장부품, 초대형 금형, SW 플랫폼 등이 취약</li> <li>▪ 수소차 핵심소재(분리판, 촉매, 복합소재)의 선진국 독점화에 따른 종속관계 심화 우려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (SW) 선도 경쟁국 대비 기술개발 투자 규모가 적고, 전문인력이 부족하여 기술력 열위</li> <li>▪ (자율주행) 국내 기업은 데이터 확보 어려움, 인프라 연계 지연 등으로 선진국과의 기술 격차 심화</li> </ul>

투자방향	미래차 부품·장비 초격차 기술 확보	미래 모빌리티 핵심기술 및 실증 인프라 확보
	전동화 핵심부품의 고안전/고성능화 및 수소전기차 부품·장비 기술 개발	미래 모빌리티용 통합 SW 기술 확보 및 자율주행 서비스 실증 종합 연구기반 구축 추진

## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 전기수소차 글로벌 탑티어 도약

미션 목표	현재 수준('24)	단기(~'27)	중장기(~'32)
	주행거리 400~500km/충전시간 18분 (급속)	주행거리 600km 이상/충전시간 10분 (급속)	주행거리 800km 이상/충전시간 5분 (급속)
<b>프로젝트 1</b>	<b>전동화시스템</b> (모터, 전력변환시스템, 차체플랫폼) <b>초격차 선도기술 개발</b>		
① 고성능 구동모터시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>160kW/16,000rpm 급 모터</li> <li>초고속 대응 세라믹 볼베어링(수입)</li> <li>SiC 전력반도체 수입(인패니온)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>200kW/25,000rpm 급 초고속 모터</li> <li>초고속 대응 세라믹 볼베어링 국산화</li> <li>SiC 전력반도체 국산화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300kW/30,000rpm 급 고성능 모터</li> <li>고성능 대응 세라믹 볼베어링 고도화</li> <li>신소자(GaN) 기반 전력반도체 기술</li> </ul>
② 고집적화 전력변환시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>전압체계 : 800V 급</li> <li>유선충전 : 350kW 급 초급속</li> <li>무선충전 : 11kW급(시범)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전압체계 : 1000V 급 이상</li> <li>유선충전 : 450kW급 초급속</li> <li>무선충전 : 22kW 급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5-in-1 통합시스템 기술(모터, 감속기, 인버터, OBC, LDC)</li> <li>50kW급 무선충전 상용화 기술</li> </ul>
③ 제조공정 혁신 초대형 차체플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>차체 플랫폼 부품수 350개 이상</li> <li>소재 재활용 적용률 20% 이하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차체 플랫폼 부품수 150개 이하</li> <li>원가절감 20% 이상(소재 재활용 적용률 60%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차체 플랫폼 부품수 80개 이하</li> <li>원가절감 40% 이상(소재 재활용 적용률 80%)</li> </ul>
기반 구축	(인력) 미래차 핵심기술 전문인력양성('22~'25), (인프라) 자이언트 캐스팅 공용센터 기반구축('25~'29), 48V 산전원체계 기반구축('26~'30)		
<b>프로젝트 2</b>	<b>차세대 배터리 및 수소연료전지</b> (연료전지시스템, 저장용기) <b>시스템 개발</b>		
① 배터리시스템 설계 공정 혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cell-Module-Pack 시스템</li> <li>단면냉각, 간접냉각 방식 열관리 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고효율 Cell-to-Pack 시스템</li> <li>고안전 열관리(다면냉각, 직접냉각) 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고밀도 Cell-to-Chassis 시스템</li> <li>배터리 구조체 강성, 안전성 확보 기술</li> </ul>
② 효율 및 내구성 향상 수소연료전지시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>내구 : (승용)16만 / (상용)30만km</li> <li>일충전주행거리 : (승용)600km/(상용)430km</li> <li>저장방식 : 700기압(기체)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내구 : (승용)30만 / (상용)50만km</li> <li>일충전주행거리 : (승용)720km/(상용)800km</li> <li>저장방식 : 액화수소(과냉각) 실증 및 표준화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내구 : (승용)30만 / (상용)80만km</li> <li>일충전주행거리 : (승용)800km/(상용)1000km</li> <li>저장방식 : 액화수소 양산화 기술</li> </ul>
연계 지원	(인프라) 수소상용차 전기구동 기반구축('20~'22), 고전압 배터리/충전모듈 기반구축('24~'28), 액화수소 저장공급 기반구축('27~'30)		

### 미션 2

### 미래모빌리티 신시장 창출

미션 목표	자율주행 Lv2/기능별 SW 플랫폼	자율주행 Lv3~4/영역별 SW 플랫폼	자율주행 Lv4 이상/중앙집중형 SW 플랫폼
<b>프로젝트 1</b>	<b>미래모빌리티 통합 SW</b> (OS, 보안, 미들웨어, 통신) <b>개발</b>		
① SDV를 위한 모빌리티 SW 기술 내재화	<ul style="list-style-type: none"> <li>기능별 단독형 SW</li> <li>정차 중 무선(OTA) 보증수리</li> <li>편의 (인포테인먼트) SW 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>영역통합식 개방형 SW 플랫폼</li> <li>주행 중 무선(OTA) 기능 추가</li> <li>차량 제어(자율주행, 동력제어) SW 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중앙집중식 클라우드 연계 SW 플랫폼</li> <li>실시간 클라우드 연동 무인화 기능</li> <li>실시간 시연계 조개인화(상황, 상태) SW 기술</li> </ul>
② 커넥티드 전주기 사이버보안 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>보안 위험 수동 분석</li> <li>사이버보안 관제 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전장부품 보안 위험 검증 반자동 분석</li> <li>부품 레벨 사이버보안 관제 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전장부품 보안위험 검증 자동화 분석</li> <li>차량 레벨 사이버보안 관제 기술 확보</li> </ul>
③ 차량 내외부 통신플랫폼 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>4G V2X 통신 부품</li> <li>차량내부 통신 이더넷 1Gb/s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차세대 5G-V2X 통신 부품</li> <li>차량내부 고속 통신 이더넷 10Gb/s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차세대 5G/비지상망 지원 통신 부품</li> <li>차량내부 초고속 통신 이더넷 20Gb/s</li> </ul>
기반 구축	(인력) 미래형자동차 핵심기술 전문인력양성 ('22~'25), (인프라) SDV 전장부품 보안평가센터 구축('24~'27)		
<b>프로젝트 2</b>	<b>자율주행(레벨4이상) 융합 기술개발 및 상용화 종합 연구기반 구축</b>		
① 초고도 자율주행 인지·판단 융합 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>정형물체 탐지 카메라·레이다</li> <li>200TOPS급 컴퓨팅 플랫폼</li> <li>차량센서 기반 Lv2 주행보조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우천 대응·비정형 물체 대응 핵심 센서</li> <li>1,000TOPS급 고성능 AI컴퓨팅 플랫폼</li> <li>클라우드 협조 기반 Lv3 자율주행(고속도로)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전천후 &amp; 물체속성 인식 AI센서</li> <li>초고성능 AI-CPU 융합 컴퓨팅 플랫폼</li> <li>증강화 인식 기반 Lv4 자율주행(시내도로)</li> </ul>
② 초고도 자율주행 핵심부품 전주기 평가·검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>제한된PG·공도로 실차 평가·검증 기술</li> <li>차량센서 기반 및 WAVE-이동통신 하이브리드 통신 차량 평가·검증 기술</li> <li>기업·기관별 자체 규격 및 단체표준 기반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털트윈(DT)기반 부품 설계·평가 기술</li> <li>C-V2X 기반 커넥티드 자율주행 시스템 평가·검증 기술</li> <li>국제 표준·규격을 준용한 평가·검증 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인지공유·멀티차량 DT 평가·검증 기술</li> <li>5G/비지상망 기반 협조형 자율주행 평가·검증 기술</li> <li>실생활 및 주행환경 기반 개발·평가 시나리오 자동생성(AI) 기술</li> </ul>
기반 구축	(인프라) CAV기반 미래모빌리티 자율주행 평가플랫폼구축('23~'26), 커넥티드 자율주행 융합테스트베드 구축 ('26~'31)		



## 04-2. 미래모빌리티(조선) 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황

가치사슬	후방산업(소재/부품)	조선(모듈)	조선(제어시스템)	전방산업(해운 등 서비스)
	철강, 통신, 가구 전기전자, 안전설비	화물창, 의장품, 선체부 전장, 구동시스템	센서, 레이더 자율운항 S/W	해운, 수산 방산, 레저
산업현황	미래모빌리티(선박)			
	친환경연료및친환경부품/모듈	선박 설계 및 제조	자율운항 시스템, S/W	해운
해외기업*	Sembcorp Marine(2.5조), Wartsila(8.2조)	CSSC(5.3조), Fincantieri(8.1조), MHI(3.1조)	Kongsberg(4.2조), NYK(17조), MOL(34조)	CMA CMG(97조), Maersk(106조), MSC(48조)
	SK이노베이션(78조), LG화학(51.9조), 현대스틸산업(5조)	한화오션(4.8조), HD현대중공업(9조), 삼성중공업(5.9조)	한화오션(0.3조), 삼성중공업(5.9조), 아비커스(0.1조)	현대글로벌리스(21.5조), 대한해운(1.6조)
국내기업*				
시장경쟁력**				

\* 22년 매출(조원), 출처: 기업 공식

\*\* 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준

매우 높음, 높음, 낮음, 매우 낮음

산업이슈	친환경 규제 강화!	고부가 선박 경쟁 격화!	스마트 자율운항 높은 해외의존도!	고부가 해상운송 신시장 선점 경쟁!
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ '23.7 IMO 환경규제 강화로 '08 대비 100% 감축으로 상향</li> <li>▪ (미·EU 등) 핵심기술 선점을 위한 공격적 투자 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 고부가 분야 내 중국과의 점유율 격차 축소 추세</li> <li>✓ 고부가선박 점유율(%), 한:중 ('20)66:23 → ('22)58:39</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 자율운항선박 시스템 기술 개발 및 관련 인프라 구축 추진중</li> <li>✓ 노르웨이·핀란드는 민간주도, 일본·중국은 정부주도로 개발 추진</li> <li>✓ (노르웨이) Yara Birkeland는 전기추진 자율운항선박 개발중으로 '24년 완전자율 목표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 선진국들은 차세대 해상운송 분야에 관심을 가지고 선점에 노력</li> <li>✓ (EU) 스마트 친환경 운송 프로젝트 6억 6,400만€ 지원 (Horizon 2020)</li> <li>✓ ('22.2, 일본) 세계 최초 액화수소 운반선의 해상운송 실증</li> </ul>
대외환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 탄소배출이 없는 무탄소 선박 핵심기술 개발 중</li> <li>✓ 1MW급 4행정 암모니아 엔진 기술개발 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 친환경·디지털 전환을 통한 선박 포트폴리오 다변화</li> <li>✓ (한화오션) 친환경·디지털 전환 6천억원 및 스마트야드 3천억원 투자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ '35년 실증 목표 자율운항선박 연구 확대</li> <li>✓ 국내 조선 3사는 '35년까지 level2 → level4(완전자율)를 목표로 기술개발 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 고부가 선박 제조 기술력을 바탕으로 차세대 해상운송용 선박 수주</li> <li>✓ ('23, HD현대미포) 20.2k 액화CO2 운반선 2척 수주</li> </ul>
국내현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (미·EU 등) 무탄소 연료추진 핵심기술 선점을 위해 투자 진행 중으로 경쟁이 치열</li> <li>✓ ('19, 미국) 세계 최초 연료전지 페리션 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 중국은 한국과 기술격차를 줄이기 위해 대형화, 신규 투자 등 조선산업 육성중으로 추격 격화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 고부가가치 핵심기술 및 핵심기자재에 대해 수입, 라이선스로 조달 중으로, 내재화 시급</li> <li>✓ 노르웨이, 일본 등에서 핵심장비 90% 수입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 액화수소 운반선, CO2 운반선 등 차세대 선박 개발 및 수주를 위한 경쟁 격화</li> </ul>
취약점				
투자방향	친환경 선박 초격차 기술 확보	디지털 생산 기술 고도화	자율운항선박 시장 선점	미래 조선산업 신시장 선점
	친환경 대체연료 선박기술 개발	설계 및 공정의 디지털 전환	자율운항선박 핵심기술 개발	액화수소운반선 등 차세대 선박 핵심기술 확보

## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 친환경선박 전주기 생태계 육성



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 친환경 선박 추진연료 대전환(암모니아/수소 등) 및 탄소저감 선도기술 개발

##### ① 무탄소 선박 대체연료 내연기관

· 암모니아, 수소 등 핵심 요소 기술 개발 진행 중

· MW급 암모니아 연료공급, 후처리 기자재 개발  
· 암모니아-LPG 겸용 엔진 및 제어시스템 개발  
· 중소형 선박용 수소 연료탱크 및 연료 공급 장치 개발

· 대형 암모니아(20MW급)/수소(MW급) 내연기관 및 핵심기자재 개발

##### ② 전기추진 시스템

· 일부 엔지니어링 기술 보유 및 해상 실증 진행 중

· 200~500kW급 선박용 연료전지 파워팩  
· 중소형 선박용 전력변환 장치 등 전기 추진 기자재  
· 전기 추진기(POD, 상변환전 등) 기술개발

· MW급 대용량 연료전지 시스템 기술개발 및 실증  
· 고효율 대용량 연료전지시스템 선박적용 기술 개발  
· 고압 직류배전시스템 등 전력관리 기술개발

##### ③ 조선해양 탄소저감 기자재

· NOx, SOx, PM 등 대기오염 방지 장치 상용화  
· 공기 유회 시스템 등 일부 에너지 효율 향상 장치 상용화

· 선상 CO<sub>2</sub> 포집 장치 및 처리기술  
· 중대형 촉발전/추진 시스템 등 에너지 향상 기술  
· 풍력추진 보조장치 / 폐열 회수 시스템 개발

· 고효율 선상 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 개발  
· 고성능 추진체 설계/추진체 전후단 ESD 개발  
· 데이터 기반 선박 운항효율 최적화 시스템 개발

##### ④ 친환경 연료 운송 선박 및 미래 해양플랜트

· (운송) CO<sub>2</sub>, 수소 등 대체대 운반선 개발 중  
· (생산) 해양 적용성 검토 및 기획 중

· (운송) 화물창 등 핵심 기자재 국산화  
· (생산) 원자력/신재생 에너지 이용 e-Fuel, 수소 생산 해양플랜트 설계 기술 개발

· (운송) 대용량 화물창 기술개발 및 해상 실증  
· (생산) 원자력/신재생에너지 이용 친환경 연료 생산 Pilot 플랜트 구축 및 검증

#### 기반 구축

(인프라) 대체연료추진시스템 기자재 실증 기반구축('22~'26), 암모니아 추진/액화수소 기자재 실증기반구축('24~'28), 선박용 CCS 실증기반구축('25~'29), 극저온 단일시스템 생산제조기반 구축('25~'29), (인력)조선해양 미래핵심인재양성('24~'26)

### 미션 2

### 조선산업 디지털·스마트 전환



#### 프로젝트 2

#### 스마트 완전 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템, 자율유지보수 등) 개발 및 실증

##### ① 무인 IoT장비 및 센서

· 90% 이상 수입품 의존

· 주요 항통장비 및 센서류 10% 이상 국산화

· 주요 항통장비 및 센서류 30% 이상 국산화

##### ② 무인 서비스

· 사람에 의한 관제 및 운용

· 연안 자율항해 기술개발 및 실증  
· 무인 유지보수용 로봇 기반기술 개발  
· ESD 및 해상환경 데이터 기반 최적운항 기술개발

· 전 항로-전 구간 무인항해 기술개발  
· 기관 완전 무인 자동화  
· 무인-부분자율-유인선박 간 디지털 관제기술

##### ③ 육·해상 통합 실증

· 성능실증센터 구축 완료

· 무인선박 운용 적합성 검증  
· 무인선박 지능형 시스템 W&A 및 인증 기술

· 시뮬레이션-실해역 종합연계를 통한 검증  
· 지능항해 시스템 복합 디지털 스튜디오 개발

#### 기반 구축

(인프라) 스마트기자재 통합성능인증('24~'28), 자율운항선박 육해상 통합 실증 센터('25~'28), (표준) 스마트 자율운항선박 국제 표준화('25~'29)

#### 프로젝트 3

#### 선박설계 및 생산공정 디지털전환을 통한 생산성 향상 기술개발

##### ① 지능형 통합 설계 시스템

· 의장설계 자동화 핵심 기술개발 중

· 지능형 선체/의장 CAD 시스템 개발  
· One-Time Seamless 설계 정보 통합 시스템 개발  
· 4D(3D+Time) 기반 협업 설계 통합 플랫폼 기술 개발

· 4D 기반 설계 정보 모델 기술개발  
· AI 기반 지능화 기술개발  
· AI 기반 설계 자동화·최적화 및 모델 자동 생성 기술

##### ② 지능형 친환경 생산 전환 기술

· 소부재 생산 자동화, 도장공정 자동화 등 공정별 자동화 기술개발 중

· 지능형 통합 생산관리 시스템 개발  
· 내입 및 외입 생산공정별 로봇 적용 기술개발  
· 곡물류 용접 및 곡 성형 자동화 기술

· 선체 및 대형 의장품 3D 프린팅 기술개발  
· 자체 자율이송 및 작업자 안전 보호 기술개발  
· 생산 중 온실가스 배출량 자동 선정 기술개발  
· 내입 자율제조 및 로봇 응용 기술개발

#### 기반 구축

(인프라) 조선해양기자재디지털협업플랫폼구축('23~'27), 중소형조선소생산기술혁신(DX)센터구축('23~'27), 디지털전환 공유 플랫폼 기술지원('25~'28), AI기반 블록 자율제조 실증센터('26~'29), (인력) 조선해양미래핵심인재양성센터('24~'26)



## 05. 핵심소재 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황

산업 현황	핵심소재				
	화학	금속	세라믹	섬유	탄소나노
	세부분야 화합물 및 화학, 고무 및 플라스틱 등	철강, 알루미늄, 마그네슘 등	엔지니어링세라믹스, 유리, 시멘트, 내화물 등	화학섬유, 부직포, 복합재 등	탄소기반 소재 및 나노기반 소재 등
	해외기업* DuPont(화학, 15.4조) BASF(화학, 114.6조) NatureWorks(바이오폴리머, 464억)	아르셀로미탈(철강, 94.5조) ThyssenKrupp(금속, 51.3조)	홀심(시멘트, 40조) Corning(유리, 19조) Denka(세라믹스, 4.0조)	Dupont(화학섬유, 17.5조) Toray(화학섬유, 24.6조) Lenzing(친환경 섬유, 3.8조)	SGL(탄소섬유, 4.2조) Cabot(탄소나노튜브, 5.1조) Thermo Fisher(임사분석, 53.2조) Applied Materials(복합소재, 30.6조)
국내기업*	LG화학(석유화학, 51.9조) CJ제일제당(바이오, 18.8조) 에스케이씨(석유화학, 1.1조)	포스코(철강, 76.3조) 현대제철(철강, 23.7조)	원익큐엔씨(세라믹부품, 0.4조) 쌍용C&E(시멘트, 1.3조) 조선내화(내화물, 0.8조)	효성(화학섬유, 6.3조) 코오롱인더스트리(산업용 섬유, 1.5조), 태광산업(화학섬유, 1.0조)	동진메이켄(탄소나노튜브, 1.5조) 포스코퓨처엠(음극재, 3.0조)
	시장경쟁력**				

\* 22년 매출(조원), 출처: 기업 공식

\*\* 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준

\*\*\* 소재특성과 응용방식에 따른 가치사슬 이질성을 고려하여 소재단위 현황 제시

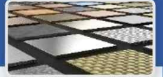
매우 높음 높음 낮음 매우 낮음

산업 이슈	전략 핵심원료소재 공급망 안정화!	탄소다배출생산공정 그린전환!	탄소중립형 친환경 소재 공급망 선점!
	<p>■ 미래전략산업용 극한소재 및 탄소 소재 시장 지속적 성장세</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>초고온극저온소재 연평균 7% 성장전망</li> <li>탄소소재 연평균 12% 성장전망</li> <li>나노소재 연평균 14% 성장전망</li> </ul> <p>■ 선진국은 고성능·다기능 핵심소재 원천기술 확보로 기술 패권 유지</p> <p>■ 선진국 중심의 보호무역주의, 제조업 부활정책과 中 전략 무기화</p>	<p>■ 탈탄소 기술이 국가적 의제로 대두</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 탄소중립 선언지시(134개국, '21.9)</li> </ul> <p>■ 탄소 국경세 규제로 탄소저감 공정기술 확보 시급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>유럽은 탄소다배출 수입제품에 탄소 국경세(CBAM) 부과('26)</li> </ul> <p>■ 세계적으로 에너지집약적산업에 대한 탄소배출감축 압박 심화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>철강·화학·시멘트 등</li> </ul> <p>■ 탄소 다배출 산업을 중심으로 생산 공정 친환경 전환 기술 개발 착수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>포스코, 수소환원제철공정 프로젝트 착수(~'30 실증완료)</li> <li>시멘트 탄소중립 전환기술 개발 착수</li> </ul> <p>■ 대규모 생산설비 관련 기술로 많은 예산, 인력, 시간 소요</p>	<p>■ 플라스틱 쓰레기 문제해결, 탄소저감을 위한 산업계 대안으로 화이트바이오 주목</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>기존 화학산업 소재를 식물, 미생물, 효소 등 바이오공정기반 소재로 대체</li> </ul> <p>■ 친환경 전환을 위해 생분해성 다기능 소재 및 재활용 기술이 필수적으로 요구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU, 재활용불가능 플라스틱 폐기물에 대한 세금부과('21, 0.8€/kg)</li> </ul> <p>■ 바이오플라스틱 시장 일부 기업 독점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NatureWorks, BASF, Novamont 등</li> </ul> <p>■ 국내 석유화학 및 바이오 관련 대기업 중심 바이오플라스틱 소재 기술 확보 노력 中</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SK, 삼양사, LG화학, CJ제일제당 등</li> </ul> <p>■ 국내 생분해 플라스틱소재 전량수입, 기술력은 연구단계 수준</p>
	<p>■ 주력산업 핵심소재 공급망 강화 노력</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>최근 주요 대기업 중심 소부장 관련 개발체계 확대 및 인력 재배치</li> </ul> <p>■ 첨단산업분야에 적용되는 핵심 소재 해외 의존도 높</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>'19년 日 수출 규제 이후 첨단소재 의존 해소 노력</li> </ul>		
	<p>핵심소재 공급망 및 생태계 구축으로 주력산업 초격차 건인</p> <p>미래모빌리티·에너지·IT 산업 수요맞춤형 성능한계 극복 신소재 개발 필요</p>	<p>글로벌 그린전환에 따른 산업계 탄소배출 저감 시급</p> <p>탄소 다배출 생산공정 친환경 전환 시급</p>	<p>탄소중립 친환경 소재 기술확보로 환경규제 대응책 마련 필요</p> <p>탄소중립형 친환경 소재 도입 및 순환까지의 전주기적</p>

# 미션 및 프로젝트

## 미션 1

## 미래 신산업 수요 맞춤형 유망소재 선제적 확보



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

### 프로젝트 1

### 미래 모빌리티·에너지·IT산업 수요맞춤형 성능한계 극복 신소재 개발

화학

#### ① 국가첨단산업 핵심정밀화학소재

▪ 핵심소재 수입 의존  
▪ 기술 상용화 미흡

▪ 다기능 정밀화학소재 원천기술 확보  
▪ 기능성 고도화 및 적용성 평가

▪ 양산 기술 확보, 생산성 향상  
▪ 제품 인증 및 글로벌 시장 선점/확대

#### ② 미래신산업 대응 친환경 소재

▪ 유해 화학소재 의존  
▪ 글로벌 환경규제 대응 미흡

▪ 고기능성 친환경 소재 개발, 성능 고도화 및 수요  
제품 적용 평가

▪ 고기능성 친환경 화학신소재 제품 인증 및  
상용화

#### ③ 초고성능 유니소재

▪ 수입소재 기반 시제품 적용  
▪ 성능 한계, 원천 기술 필요

▪ 중합공정 확보 및 분자설계 기술 확보

▪ 차세대 통신용 기판, 반도체  
패키징 등 응용 기술 확대

#### 기반구축

(인프라) 디지털 융합 기술 활용 첨단정밀 화학소재 성능 고도화 지원('24~'28)

금속

#### ① 다기능 고성능 경량구동금속

▪ 다기능 경량금속 기술부재

▪ 항복강도 300MPa, 열전도도 180W/mK급  
알루미늄 합금 개발

▪ 항복강도 300MPa 이상, 열전도도  
180W/mK 이상 알루미늄 합금 부품화

#### ② 극저온 고압환경 구조금속

▪ 극저온 저장: 최소설계금속온도  
-29℃, 사용압력 875bar 이하  
▪ 이송: 사용압력 20bar 이하

▪ 극저온 저장: 최소설계금속온도 -35℃ 이하,  
사용압력 875bar 이상  
▪ 이송: 사용압력 100bar 이하

▪ 극저온 저장: 최소설계금속온도 -40℃  
이하, 사용압력 1000bar 이상  
▪ 이송: 사용압력 100bar 이상

#### ③ 고용점 고순도 희소 금속

▪ 니켈 나노분말 제조 기술 부재  
▪ 백금족 촉매 원소재 전량 수입  
의존

▪ 순도 4N이상 니켈 나노분말 개발  
▪ 폐자원 활용 회수율 99% 이상

▪ 순도 4N이상 나노분말 양산  
▪ 폐자원 활용 촉매화 기술

#### ④ 글로벌 규제대응 소재 및 공정 기술

▪ 소재 낭비 및 고가소재 다량 사용  
▪ 에너지 과다 사용, 환경 규제  
대응 한계

▪ 소재절감·대체 원천기술 개발  
▪ 환경 규제 극복 원천기술 개발

▪ 소재절감·대체 상용화 기술개발  
▪ 환경 규제 극복 상용화 기술개발

#### 기반구축

(인프라) 수송기용 고강도 경량소재 표면처리 시생산 기반구축('21~'25), 고강도·고방열 경량금속소재 개발 및 부품화 실증 기반구축('24~'28), (인프라) 핵심 희소금속 원료 시생산 및 품질인증 기반구축('24~'28)

세라믹

#### ① 극한환경용 세라믹 소재

▪ 기존연료(석탄·LNG 등) 기반  
에너지 생산 시스템용 세라믹  
코팅 기술

▪ 수소·암모니아 연료 대응 내열·내화학 세라믹  
코팅 소재 및 공정기술 확보

▪ 수소·암모니아 연료 대응 내열·내화학 세라믹  
코팅 적용 부품 제조 기술 확보

#### ② 초열물성 열계면 세라믹 소재

▪ 저열전도 단일산화물 방열 필러  
소재(배터리, 반도체 방열용) 사용

▪ 기능성 맞춤형 세라믹 필러용 원료 소재 기술  
확보

▪ 기능성 맞춤형 세라믹 필러 함유 열계면소재  
기술 확보

#### ③ 고품질 세라믹 전해소재 및 가공 기술

▪ 신규 고부가산업 적용 세라믹  
전해소재 기술 및 국내 공급망 부족

▪ 연료전지/수전해장치용 지르코니아 소결품  
박판화 및 고강도화

▪ 국산 전해질 지지기반 연료전지/수전해장치  
핵심 소재·부품

#### ④ 초고정밀 세라믹 광학소재

▪ 가시광, 적외선 대역 광학유리  
소재, 카메라 렌즈 및 부품기술

▪ 대구경 초 저열팽창 광학 유리세라믹 제조기술  
확보

▪ 초 저열팽창 광학소재 기반 대구경 광학부품  
제조 기술 확보

#### 기반구축

섬유

#### ① 고강도 고탄성 섬유강화 복합재

▪ (슈퍼섬유)강도 77MPa,  
탄성률 8.8%,  
▪ (천연섬유)강도 30MPa, 굴곡  
탄성률 1%

▪ 미래 모빌리티용 슈퍼섬유, 천연섬유 강화  
오가노시트 기술 확보

▪ 오가노시트 복합재 양산·응용기술 및 실증  
트랙레코드 확보

#### ② 고성능 여과, 분리 복합 방사 부직포

▪ 공기정화 필터용 복합방사  
부직포 (HEPA급)

▪ 이온분리 기능 복합방사 부직포 멤브레인 제조  
기술 확보(ULPA급)

▪ 이온분리 기능 복합방사 부직포 멤브레인  
양산기술 및 트랙레코드 확보

#### ③ 지능형 전자 섬유

▪ 신호전달 및 센싱용 전도사  
(가닥수 1ply, 전기저항 500Ω)

▪ 신호전달 및 센싱용 전자섬유 제조기술 확보

▪ 신호·에너지 전달 및 센싱용 전자섬유 양산·  
응용기술

#### 기반구축

(인력) ICT 융합섬유 제조과정 전문인력양성('24~'27) (인프라) 섬유패션활성화 기반마련사업('24~'27)

탄소나노

#### ① 초고성능 전자용 나노소재

▪ 10nm급 나노pure실리콘 음극재  
등 Lab.스케일 시제품 검증수준

▪ 6nm급 실리콘/나노카본 음극재, 200mAh/g급  
양극재 상용화

▪ 4nm이하급 실리콘/나노카본 음극재,  
220mAh/g급 양극재 상용화

#### ② 차세대 IT부품용 나노소재

▪ 7nm노드급 포토레지스트  
▪ 600W급 펄스 레이저 기초소재 성능

▪ 3nm노드급 EUV PR제조기술  
▪ 투과율 94%급 EUV 펄스 레이저 박막

▪ 1nm노드급 EUV PR제조기술  
▪ 1000W급 EUV 펄스 레이저 제조기술

#### ③ 차세대 고성능 탄소소재

▪ 방전기공용 4,000cc급 인조흑연  
소재, 성형기술 등 Lab.수준

▪ 초고순도 인조흑연 중간원료기술 확보  
▪ 30,000cc 이상, 성형기술 확보

▪ 불순물 50ppm이하 초고순도화  
▪ 1㎡ 이상, 차세대 원자로용

#### 기반구축



## 미션 2

## 탄소 중립 공정·소재 개발



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

### 프로젝트 2

### 탄소 다배출 핵심소재 생산공정 친환경 전환(수소환원제철 등) 기술 개발

핵심	① 무탄소 연료 NCC 전용 연소기/공정 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 다배출 구조의 부생 가스 연소기만 상용 NCC공정에 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NCC용 연소기 설계/제어기술</li> <li>NCC 반응기 공정 설계 및 운영 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>무탄소 연료 NCC 전용 연소기/공정 상용화 기술 개발</li> </ul>
	② 저에너지 스마트 플랜트 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>축매가 없는 고온 열분해 상용화 기술 (낮은 에너지 전환효율)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경질올레핀(1톤/일) 및 나프타(5톤/일) 제조 공정 기술 개발 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>나프타 분해 에너지 저감형 축매 대규모 실증 (1~10만톤/년 이상)</li> </ul>

#### 기반구축

기술	① 수소환원제철 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소환원제철 전용 사전기술용역 기술 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소환원제철 기초공정 설계 완료 및 실증 기술 개발 시작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소환원제철 실증기술 개발 완료 및 상용화 검증기술 개발 시작</li> </ul>
	② 친환경 연·원료 활용, 무탄소 연료전환 및 디지털 전환 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 연료 전용의 가열로 부재</li> <li>디지털트윈 연계 공정솔루션 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>순산소 연소기술 상용화 에너지 효율 극대화 기술개발</li> <li>공정 최적화 솔루션 정확도 85%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>순산소 및 암모니아 연소 기술의 상용화 운영 (수소 연소 사용율 (10%))</li> <li>공정 최적화 솔루션 정확도 95%</li> </ul>
	③ 비철금속소재 탄소배출저감기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>알루미늄 스크랩 재활용률 30%</li> <li>마그네슘 친환경 제련기술 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>알루미늄 스크랩 재활용률 90%</li> <li>마그네슘 친환경 제련 원천기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>마그네슘 순도 99.8% 이상 친환경 제련 1만톤급 상용화</li> </ul>

#### 기반구축

세라믹	① 저탄소 시멘트 원료 기술 및 저탄소화 원료 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>석회석 원료비탄산염 대체율: 0%</li> <li>시멘트 소성온도 : 1400℃</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>석회석 대체원료 기술 및 실증</li> <li>시멘트 저온소성 원료대체기술 실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>석회석원료 대체 2%이상</li> <li>소성온도 50℃이상 저하</li> </ul>
	② 화석연료 대체 및 신열원 활용 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>화석연료 대체율 20% 이하</li> <li>수소 및 바이오매스 연료사용률 0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐탄성수지 대체 소성 기술</li> <li>수소 하이브리드/바이오매스 실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소·바이오매스 기술 상용화, 고효율 예열기·냉각기 시스템 상용화</li> </ul>
	③ 시멘트 제조 공정 발생 CO <sub>2</sub> 포집 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>시멘트 공정 배출 이산화탄소 활용 제품 비율 : 0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>탄산수소 나트륨 생산기술, 반응경화시멘트 2차 제품 제조기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산단지 CO<sub>2</sub> 포집, 탄산염 생산 및 CO<sub>2</sub> 반응 경화 시멘트 제조 실증</li> </ul>

#### 기반구축

### 프로젝트 3

### 탄소 중립형 친환경 소재(화이트바이오, 생분해, 리사이클) 개발

핵심	① 바이오 및 생분해 기반 플라스틱	<ul style="list-style-type: none"> <li>기초원료 관련 기술 부재</li> <li>생분해성 플라스틱의 성능 한계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오기반 원료 및 플라스틱 제조 합성·원천 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오기반 원료 및 플라스틱 제조 생산 라인 패키지</li> </ul>
	② 폐플라스틱 순환 구조 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>범용 플라스틱 재활용</li> <li>폐 플라스틱 : 단일 성분 해중합 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐탄성소재 저온 열분해</li> <li>혼합 플라스틱 해중합 및 고순도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐탄성소재 컴파운드 활용 제품화</li> <li>해중합 성능평가 분석법 확보 및 공정 설계</li> </ul>
	③ 화이트바이오 소재 제조시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 함량 &lt; 25%</li> <li>바이오공정 데이터 수집 시작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오공정기반 소재 및 제품 제조기술개발</li> <li>안전기반 유전자변형 생물체 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화이트바이오 소재 맞춤형 전 주기 실증 기술 개발 및 상용화</li> </ul>

#### 기반구축

(인프라) 탄소배출 저감을 위한 친환경 원료적용 플라스틱 소재 표준화 인증지원 기반구축('26~'30)

첨단	① 석유원료 대체 바이오매스 유래 섬유	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lab 수준 기술 검증</li> <li>바이오매스 함량 : 40% 이하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 90% 이상 함유 섬유 제조기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 90% 이상 섬유소재 공정 상용화 및 시장확대</li> </ul>
	② 토양·해양 환경 자연분해 섬유	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lab 수준 기술 검증</li> <li>생분해도 : 특정환경(퇴비) 60% 이하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양·해양환경 생분해성 섬유 제조기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양·해양환경 2년 이내 90% 이상 생분해성 섬유 및 응용제품 상용화</li> </ul>
	③ F2F (Fiber To Fiber) 리사이클 섬유	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일소재 분리·선별</li> <li>PET 섬유 물리적 리사이클</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이종혼합소재 분리·선별기술 확보</li> <li>물리·화학·생물학적 리사이클 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이종혼합소재 분리·선별기술 상용화</li> <li>리사이클 기술 시장확대</li> </ul>

#### 기반구축

(인력) 친환경 그린섬유 제조과정 전문인력 양성('24~'26) (인프라) 바이오매스 비건소재 실증기반 구축('24~'28)

## 06. 지능형로봇 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황



산업 이슈	제조로봇 핵심부품 경쟁력 확보!	서비스로봇 융합 생태계 구축!
대외환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국, 유럽 등 선도국은 로봇시장 변화에 선제적 대응 집중               <ul style="list-style-type: none"> <li>'21년 전세계 로봇기업 투자액 전년대비 38% 증가</li> </ul> </li> <li>제조로봇 시장 본격화, 고난도 스마트제조로봇 필요성 대두</li> <li>생산가능인구 감소, 산업용로봇 및 스마트팩토리 수요 급증               <ul style="list-style-type: none"> <li>'21~'30년 간 韓 320, 中 8,000, 日 340만명 감소 전망</li> </ul> </li> <li>유럽, 일본 등 해외기업이 산업용 로봇 시장 주도               <ul style="list-style-type: none"> <li>유럽, 일본이 산업용 로봇 시장의 약 60% 점유</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고도화된 AI와 융합하여 제조현장을 넘어 차세대 물류, 푸드, 공공 등 모든 분야에서 로봇수요 증가</li> <li>생활지원로봇 등 서비스로봇 시장 급성장 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>195억불('21) → 513억불('30)</li> </ul> </li> <li>미국과 중국을 중심으로 차세대 서비스로봇 모델 기술개발 경쟁이 치열               <ul style="list-style-type: none"> <li>(美) 오픈AI · MS : 범용 휴머노이드 로봇 개발 업체인 피규어 AI 사에 9000억 원 투자</li> <li>(中) 푸리에인텔리전스 : 높이 1.65m, 무게 55kg, 보행속도 5km/h 휴머노이드(GR-1) 양산 준비 중</li> </ul> </li> </ul>
국내현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 제조업 로봇 밀도 세계 1위, 로봇산업 경쟁력 세계 5~6위, 하지만 기술력은 선진국 대비 80%로 미약한 수준               <ul style="list-style-type: none"> <li>노동자 1인당 제조로봇 수('22년) : 한국(1012), 세계평균(151)</li> <li>로봇산업 기술력('22년) : 일본(1위, 9.5) → 독일(2위, 9.3) → 미국(3위, 8.4) → 한국(6위, 7.4)</li> </ul> </li> <li>일본·유럽에 비해 후발주자이나, 협동로봇 분야에 집중 투자해 경쟁 중이며 AI 기술과 접목을 통해 응용분야 확대 중               <ul style="list-style-type: none"> <li>지능장비, 협동로봇 등과 함께 통합공정솔루션 개발 가속화</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 가격경쟁력을 바탕으로 중국산 서비스로봇이 빠른 속도로 국내 시장 잠식               <ul style="list-style-type: none"> <li>'22년 중국산 로봇이 국내 서빙로봇 시장 53.4% 차지</li> </ul> </li> <li>대기업의 로봇기업 인수합병·지분참여 및 기존 사업 모델에 로봇기술 접목 등을 통해 로봇 분야 투자 확대 중               <ul style="list-style-type: none"> <li>(현대차) 보스턴다이나믹스, (삼성전자) 레인보우로보틱스 등</li> </ul> </li> </ul>
취약점	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능형 제조로봇 및 제조를 위한 핵심부품 경쟁력 미흡               <ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 제조의 핵심부품인 로봇감속기, 서브모터 등 해외 의존도 높</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고도의 AI기술을 접목한 생활지원 서비스로봇 기술력 확보 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>AI 등 SW 분야는 국산화비율이 낮고 선도국대비 기술격차가 큰 상황</li> </ul> </li> </ul>

투자 방향	스마트 제조로봇 강국 도약을 위한 지능화 기술 및 핵심부품 기술 확보	글로벌 히트 서비스로봇 육성을 위한 핵심기술 확보 및 실증 인프라 구축
	<b>(미션1)</b> 고난이도 공정 완전자동화 제조로봇 개발 <b>(미션2)</b> 간병, 일상생활 자율지원 서비스로봇 개발 <b>(미션3)</b> 제조로봇, 서비스로봇 경쟁력을 뒷받침할 8대 로봇 차세대 핵심기술 확보	



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 스마트 제조로봇 강국 도약



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'34)

#### 프로젝트 1

#### 고난이도 공정 완전자율화 제조로봇 개발

① 제조로봇 작업지능 고도화 기술 개발



· 대부분의 제조로봇은 프로그램에 따라 지정된 작업을 수행  
· 제조로봇 AI 도입 기술은 기초단계

· 로봇 학습용 고정밀 가상환경 구축기술 개발  
· 가상-실 제조환경 연계 로봇학습기술 개발

· 다종 복합 공정 대상 가상-실 제조환경 학습 적용 및 자율작업 정확도 향상

② 고난이도 작업 투입용 표준 제조로봇 개발



· 정형화된(통제) 환경 내 이송, 용접, 도장 등 단순 공정 수행  
· 고난이도 공정, 비정형 환경 등에서는 작업자가 작업 수행

· 양팔 모바일 로봇 표준 HW 플랫폼 개발  
· 표준 HW플랫폼 기반 운반, 조립 등 기초공정 자율이동, 자율조작 기술 개발

· 고난이도 공정의 완전자율화를 위한 정밀 자율조작 기술 개발

③ 제조로봇을 활용한 제조공정 완전 자율화 기술 개발



· 작업자가 작업지시서를 토대로 로봇 프로그램을 직접 설계

· 작업환경 및 작업 물체 3차원 정밀인식 기술 및 조립 및 분해기술 개발  
· 로봇 기반 제조공정 자율계획 기술, 작업유류 자율 교정기술 개발

· 공정 순서도, 작업 지시서 기반 고난도 복합 제조공정 완전 자율화 개발

기반 구축

(기반) 5G기반 첨단제조로봇 실증센터('20~'24)

### 미션 2

### 글로벌 히트 지능형 서비스 로봇 육성



#### 프로젝트 2

#### 간병, 일상생활 자율지원 서비스 로봇 개발

① 사람과의 정서적 교감 기술(HRI) 개발



· 청각 기반 대화를 주고받을 수 있는 수준의 HRI 구현

· 다중감각(시각, 청각, 촉각 등)을 활용한 로봇 대화 및 행동 생성(자율이동, 조작) 기술

· 다중감각을 활용해 사람과 정서를 교감하는 기술 개발

② 간병, 일상생활 자율지원 서비스 로봇 개발



· 정형화된 일상생활 서비스 환경에서 단순 생활지원(청소 등) 서비스 제공

· 다중감각 기반 비정형 물체의 적응형 파지 및 조작 추론 기술 개발  
· 일상공간에서 단차 및 경사 극복 가능 자율이동 기술 개발

· 간병, 일상생활 지원을 자율적으로 수행하는 복합작업 기술 개발  
· 미학습 생활공간에서 다양한 지형지물 극복이 가능한 이동기술 개발

③ 차세대 로봇서비스 플랫폼 개발



· 4족 보행 로봇 활용 순찰 서비스 실증 중  
· 개별 로봇 단위로 필요한 서비스 제공

· 휴머노이드 기반 공통 플랫폼 개발  
· 로봇의 통합 관제, 클라우드 지능 적용 로봇 서비스 플랫폼 기술 개발

· 응용분야별 특화된 휴머노이드 개발  
· 다수로봇 작업계획 수립, 집단작업, 집단이동 구현 서비스 로봇 플랫폼 개발

기반 구축

(인프라) 국가로봇테스트필드 구축('24~'28), (표준) 서비스로봇 BM 인증제도 마련('28)

### 미션 3

### 로봇 부품·SW 경쟁력 강화



#### 프로젝트 3

#### 8대 로봇 차세대 핵심 기술 확보

① 5대 HW 부품

구동기

· 해외 선진기업 대비 효율과 출력밀도 등 경쟁력이 다소 부족

· 구동기 경량화, 고정밀 센서/제어기 개발, 도입 등 구동기 요소 기술 고도화

· 인공근육형, 유연구동기 등 신개념 초경량·고성능 구동기 기술 개발

감속기

· 제조 로봇용 감속기 기반 기술은 확보, 양산기술, 신뢰성 확보가 시급

· 감속기 대량생산을 위한 생산기술, 품질 표준화 및 원가절감 기술 고도화

· 신규 수요에 대응하는 초정밀 편평 감속 모듈 등 신개념 감속기 기술 개발

그리퍼

· 일부 예측된 물체를 파지할 수 있는 수준, 섬세한 파지 기술은 다소 부족

· 미학습 물체에 대해 형상 최적 파지 가능한 그리퍼 기술 개발

· 외란에 강인한 지능형 그리퍼 및 피부 센서 일체형 로봇 핸드 기술 개발

센서

· 고해상도 이미지/깊이 데이터 감지 고부가 센서(RGB-D 등)는 대체로 수입산에 의존

· AI 내장 안전 라이더 및 RGB-D 센서 개발  
· 다중감각(시각, 청각, 촉각 등) 센서 개발

· AI 기반 다중감각 센서의 반도체 내장 (SoC) 기술 개발

제어기

· 로봇용 다축제어기 기술은 확보, AI를 활용한 제어기 기술은 다소 부족

· 이동 및 조작 작업용 지능 알고리즘의 모듈화·통합 솔루션 기술 개발

· 소프트웨어 정의 로봇(SDR)을 구현하는 제어기 개발

② 3대 SW 기술

자율이동

· 정형화된 환경(실내 등) 내 자율이동 기술은 상용화 단계

· 혼잡/야간/우천 등 악천후 환경 극복 자율이동 기술 개발

· 다수로봇 충돌회피 및 자율이동 기술, 넘어짐 복원 기술 등 개발

자율조작

· 정형화된 환경 내 학습을 통한 물체 구분, 파지 등 단순 조작 가능

· 비학습 환경 내 복합작업을 수행하기 위한 인간형 로봇팔 손 자율조작 기술 개발

· 현장 사용자 복합(언어 및 동작) 교시 기반 자율조작 기술 개발

HRI

· 단순 언어처리 기술 적용 시나리오 기반 확립화된 로봇 표현 가능

· 다중감각 기반 상황에 맞는 의미 기반 대화·행동 자동 생성 기술 개발

· 개성·스타일 등 개인 맞춤형 실감행동 표현 기술 개발

기반 구축

(인프라) 생활자원을 위한 서비스로봇 부품 기술지원 기반 구축('24~'28)

# 07. 첨단제조 초격차 로드맵

## 산업 구조 및 현황

<div>가치사슬</div>	<div>산업 AI</div> <div>제품설계공급망관리생산최적화설비운영</div>		<div>지능형 기계·장비</div> <div>센서내장부품스마트제어기지능형제조장비</div>		<div>지능형 기계·장비</div> <div>데이터수집·분석시스템연결가상시뮬레이션</div>	
	<div>지능형 AI 자율 제조 생산</div> <div>MS(260조), NVIDIA(81조), Hexagon(8조) LS일렉트릭(3.3조), 포스코아이씨티(1.4조), 이노텍(0.84조)</div>		<div>AI 자율형 기계·장비</div> <div>Fanuc (85조), DMG-Mori (4.1조), Mizak (3..2조) 현대위아(8.2조), DN솔루션즈(2.1조), 알피에스(0.02조) 등</div>		<div>자율제조시스템 최적 통합·운영</div> <div>Siemens(115조), Dassault systems(6.7조), Ansys(30조) 삼성SDS(17.2조), LG CNS(4.9조), SK C&amp;C (2.1조)</div>	
	<div>시장 동향</div> <div>국내외 기업</div> <div>시장경쟁력**</div>		<div>매우 높음</div> <div>높음</div> <div>낮음</div> <div>매우 낮음</div>			
<div>* 22년 매출(원), 출처 : OMDIA or 기업 공시 ※ 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준</div>						
<div>산업이슈</div>	<div>산업 AI와 제조업 융합으로 주력산업 경쟁력 강화!</div> <div>글로벌 제조 강국은 AI 전략·디지털 전환 촉진 정책으로 경쟁력 강화 (美)첨단 제조업 리더십 확보 전략, (獨)2030 vision for industry 4.0, (中)AI+ 행동 테슬라, 보쉬 등 글로벌 기업들은 제조AI 기술 활용해 생산혁신 추진 2035년까지 AI는 세계 노동생산성 40% 및 경제성장률 2배 기여 전망 (美Accenture 社)</div>		<div>디지털 장비 및 부품 수입의존 탈피!</div> <div>제조+디지털 기술을 융합한 첨단제조가 새로운 산업경쟁력으로 부상 빅데이터, 인공지능의 디지털 전환을 통해 자율 협업 등 가능 기계산업은 생산성 향상 및 무인화를 위한 기계·장비의 자율화·통합운영 확대 중 (DMG-Mori, 독/일) 디지털기술적용으로 장비평균단가 25%이상 증가 CNC:Fanuc(日)Siemens(獨)Mitsubishi (日) 상위 5개 기업 76% 점유</div>		<div>첨단운영 솔루션 개발로 제조SW 新시장 창출!</div> <div>글로벌 제조솔루션 기업들은 수십년간 축적한 지식으로 세계시장을 석권 중 지멘스, 다쏘 시스템이 제조솔루션 SW 시장 70~80% 점유 시스템 SW 운영 및 기반 기술이 선도국(美) 대비 기술격차 3년(75% 수준) (KISTEP, '20) 국내 제조응용 솔루션의 기술적 한계, AI 융합을 통한 기능 고도화 필요 MES, ERP 등 기존 솔루션의 기능적 한계 돌파를 위한 AI 기술 요구</div>	
	<div>국내현황</div> <div>제조업의 AI 도입 비율(9.3%)은 전 산업 평균(14.7%)보다 낮은 상황임 업종별 AI 이용률은 정보통신 20.9%, 금융15.5%, 제조업1.7% 등 (한국지능 정보사회진흥원, '22년)</div>		<div>해외CNC기반 S/W 개발 탑재 또는 독자 개발 CNC와 장비에 유연자동화 통합 솔루션 적용 등 CNC제어기 국내시장 3,000억원규모, 대일의존도 91.3%</div>		<div>첨단 제조 운영 솔루션 스타트업 및 도전기업 등장 중 (마키나락스) 데이터 분석, (원프레딕트) 설비 예지보전, (평선베이) 시뮬레이션</div>	
	<div>취약점</div> <div>AI·DX 등 첨단제조 기술을 활용하여 국내 기업들의 경쟁력 확보 필요 제조 기반기술 수준 (한국) 100, (중국) 113, (일본) 113, (미국) 123 ('23, 한국경제연구원)</div>		<div>첨단제조의 핵심경쟁력인 데이터 기반 통합제어기술은 국내기업 취약 매출액은 세계 6위로 상위권이지만, 고부가가치제품과 S/W·서비스연계 솔루션 판매비중 낮음</div>		<div>해외 기업이 장악한 제조 솔루션 시장에 새로운 돌파구 필요 제조특화 AI(LLM·GenAI) 융합 첨단운영 솔루션의 新시장 창출</div>	
<div>투자 방향</div>	<div>산업대전환 대응을 위한 제조시스템의 지능화</div> <div>무인공장 실현을 위한 제조시스템 첨단화</div>		<div>무인공장 실현을 위한 제조장비 지능화</div> <div>디지털 제조장비 및 부품의 핵심 기술 경쟁력 강화</div>		<div>상호연결가능한 첨단 제조운영 솔루션 선제적 시장 확보</div> <div>제조AI의 활용으로 제조운영 솔루션의 시장 경쟁력 확보</div>	

\* 22년 매출(원), 출처 : OMDIA or 기업 공식  
※ 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 산업대전환 대응을 위한 제조시스템 지능화

현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 산업 AI 핵심 기술 개발

##### ① 제품 설계·공급망 관리

· (제품설계) CAD 중심 설계  
· (공급망 관리) 경험 기반 공급망 계획 수립  
(수요 예측 정확도 82%)

· (제품설계) 머신러닝 기반 도면 추천 AI 설계  
· (공급망 관리) 과거 데이터 분석 기반  
공급망 계획 수립(수요 예측 정확도 90%)

· (제품설계) 딥러닝 기반 생성형 AI 설계  
· (공급망 관리) 실시간 데이터 활용  
공급망 계획 수립(수요 예측 정확도 95%)

##### ② 생산 최적화

· (공정최적화) 고정 설비에 비실시간으로  
작업 배정(정적 스케줄링)  
· (군집제어) 1000대 이상의 동종 설비  
제어

· (공정최적화) 고정 설비에 실시간으로  
작업 배정(동적 스케줄링)(생산성 20% ↑)  
· (군집제어) 1000대 이상의 이기종 설비 제어

· (공정최적화) 이동 설비에 실시간으로  
작업 배정(생산성 35% ↑)  
· (군집제어) 2000대 이상의 이기종 설비 제어

##### ③ 설비 운영 기술

· (고장진단) 고장 원인 분류(정확도 85%)  
이상 신호 감지(정확도 90%)  
· (품질검사) 제품 결함 검출(정확도 95%)

· (고장진단) 고장 원인 분류(정확도 90%)  
이상 신호 감지(정확도 93%)  
· (품질검사) 제품 결함 검출(정확도 98%)

· (고장진단) 고장 원인 분류(정확도 93%)  
이상 신호 감지(정확도 95%)  
· (품질검사) 제품 결함 검출(정확도 99%)

##### 기반 구축

(인프라) 산업 데이터 표준화 확산 기반구축('24~'28), (인프라) AI 자율제조 실증개발 지원센터 기반구축('25~'29),  
(인종) 글로벌 수요 연계형 산업시 국제인증 생태계 확산 사업('25~'29), (인력) 산업인공지능 제조혁신 전문인력 양성사업('24~'29)

### 미션 2

### 무인공장 실현을 위한 제조장비의 지능화

#### 프로젝트 2

#### 디지털 제조장비 및 부품 핵심기술개발

##### ① 디지털 부품 개발

· (CNC) 3축 동시 제어 CNC  
· (부품) 물리량 측정 센서 내장  
\* 볼 스크류, LM가이드, 스피들 등

· (CNC) 5축 제어 및 로봇 통합 CNC  
· (부품) 예지보전 진단 센서 내장  
(진단 정확도 80% 이상)

· (CNC) 디지털 트윈 기반 지능형 CNC  
· (부품) 공정 후 정밀도 예측 센서 내장  
(예측 정확도 80% 이상)

##### ② 디지털 장비 개발

· (정밀도 향상) 가공 오차 개별 측정 및  
보정  
· (장비 디지털 트윈) 충돌방지를 위한 가상  
디지털 트윈(모델 정확도 50% ↑)

· (정밀도 향상) 가공 오차 자동 측정 및 보정  
· (장비 디지털 트윈) 가상에서 가공이 가능한  
물리 디지털 트윈(모델 정확도 60%)

· (정밀도 향상) 인공지능 기반 가공 오차  
예측 및 자율 보정  
· (장비 디지털 트윈) 실측 데이터 실시간 연계가  
가능한 디지털 트윈(모델 정확도 80%)

##### 기반 구축

(인프라) 뿌리산업 제조공정혁신 지원을 위한 DX 센터 구축('23~'27), (인프라) 금형 기반 핵심부품 생산기술 DX 기반 구축('24~'28),  
(인프라) 절삭공구가공 빅데이터를 활용한 첨단제조 플랫폼 기반구축 및 실증('24~'28)

### 미션 3

### 기기·공장간 연결을 통한 자율제조 실현

#### 프로젝트 3

#### AI 자율제조 핵심 기술 통합 솔루션 개발

##### ① 데이터 수집 및 분석 솔루션

· (데이터표준) 제조데이터 비표준 상태  
· (데이터플랫폼) 공장 내 개별 설비  
실시간 데이터 관리

· (데이터표준) 설비 300종 대상 데이터 표준화  
· (데이터플랫폼) 단일 공장 내 다중 설비  
(10종의) 실시간 데이터 관리

· (데이터표준) 설비 1000종 대상 데이터 표준화  
· (데이터플랫폼) 여러 공장 간 다중 설비  
(10종의) 실시간 데이터 관리

##### ② 시스템 연결

· (동시접속) 산업용 무선 네트워크  
(40개 동시 접속 수준)  
· (연동방식) 중앙 서버에 여러개의 설비  
연동, 설비 제조사 간 데이터 통신 불가

· (동시접속) 산업 IoT 기술 개발  
(200개 이상 동시 접속 수준)  
· (연동방식) 설비 제조사 간 표준 데이터  
통신 기술 개발

· (동시접속) 통신 채널 재구성\* 네트워크  
(200개 이상)  
\* 재구성 소요 시간 1분 이하  
· (연동방식) N:N 표준 데이터 통신

##### ③ 가상 시뮬레이션

· (공정 디지털 트윈)  
설비 실시간 정보 수집을 통한 자동 중단  
파악, 공정 흐름 모니터링 수준

· (공정 디지털 트윈)  
데이터를 통한 실시간 작업배정 고도화  
및 설비 군집제어 가능 수준

· (공정 디지털 트윈)  
고장 사전 예측 및 공정 최적화 가능한  
수준

##### 기반 구축

(인프라) 산업 데이터 표준화 확산 기반구축('24~'28)

## 08. 항공·방산 초격차 로드맵

### 산업 구조 및 현황

가치사슬	무인 이동체	항공방산반도체	고강도경량소재
	동력 및 제어 시스템 모터 제어부품 킬로터	항공방산 반도체 설계 및 패키징 로직용 FPGA 레이더 RF반도체	탄소섬유 복합재 및 첨단 공정 탄소섬유 폴리머 레진
산업현황	동력 및 제어 시스템	유무인 복합 체계	초고강도 탄소섬유 복합재
			
해외기업*	General Atomics (무인기 3.7조원) Kratos (무인기, 1.3조원) General Dynamics Land System (무인로봇, 4.1조원)	Microchip (우주항공반도체 10조원), Teledyne(우주항공반도체, 6.7조원)	Toray(탄소소재, 26조), Hexcel(탄소섬유, 2조), Collins Aerospace(항공기 동체, 27조)
국내기업*	현대로템(자상로봇, 3.5조원) 한화시스템(수직이착륙기, 2.2조원) 유콘시스템(무인기, 150억원)	Telechips (1911억원) LX 세미콘(1.9조원)	효성첨단소재(탄소섬유, 0.9조) 대한항공(탄소섬유, 13.4조) 한화솔루션(7세대 수소탱크, 9.7조)
시장경쟁력**	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
* 21~22년 매출(조원), 출처: 기업 공시 ** 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준			
산업이슈	유무인 복합체계 무인 이동체 핵심 기술 확보!	고신뢰성 항공방산 시스템반도체 설계/공정/패키징 기술 확보!	소재부품 탄소복합재 구조체 초고강도 섬유 및 응용기술 확보!
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 민수 기술 기반 무인 이동체                             <ul style="list-style-type: none"> <li>라-우 전쟁 무인기 활약</li> <li>민수 부품 활용 가성비 무기 사용 증가</li> </ul> </li> <li>■ 유무인 복합체계는 미래전장 핵심 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(미)유무인 복합체계 게임체인저로 인식</li> <li>(미)기술 로드맵 수립 및 민간 AI 기술 적극 도입</li> </ul> </li> <li>■ 유무인 복합체계 도입 중                             <ul style="list-style-type: none"> <li>軍 유무인 복합체계 운용 개념 수립 (국방혁신 4.0)</li> </ul> </li> <li>■ 현대, 한화, 스타트업 미래형비행체 및 자상로봇 개발 중                             <ul style="list-style-type: none"> <li>해외 선도기업들과 협업하여 개발 중</li> </ul> </li> <li>■ 군 소요 반영 및 개발 장기화</li> <li>■ 핵심 구성품의 높은 해외 의존                             <ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 동력장치 국산화율 1.3%</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자국 우선 반도체 공급망 관리                             <ul style="list-style-type: none"> <li>미국, EU, 일본 파운드리 공장 건립</li> <li>반도체 온쇼어링 확산</li> <li>방산용 중국반도체 사용 제한</li> </ul> </li> <li>■ 우주항공 체계 성능 향상으로 기존 반도체 업그레이드 필요                             <ul style="list-style-type: none"> <li>개발된지 15년 이상된 반도체 적용사례</li> <li>체계내 데이터 전송률 0.1G→20Gbps</li> </ul> </li> <li>■ 시스템 반도체 기술 및 인력 양성 관심증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>전문 1.7만명 양성 (~'30)</li> </ul> </li> <li>■ 반도체 설계 IP 부족</li> <li>■ 소재 및 패키징 기술 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 탄소복합재 수요 증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>'30년 57조원, 우주항공방산용 약 56%</li> </ul> </li> <li>■ 높은 기술장벽으로 일본, 미국 등 소수 국가 시장독점 및 전략 물자 지정을 통한 수출통제                             <ul style="list-style-type: none"> <li>세계 탄소섬유시장 점유율(일 54%, 미 14%, 독 12%, 중 12%, 한 3%)</li> <li>우주항공 방산용 탄소복합재는 미국과 일본이 세계시장 87% 차지</li> </ul> </li> <li>■ 한국은 세계 3번째 탄소섬유 개발, 국내기업 생산시설 적극투자                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시장점유율('21) 3% → ('28) 11%</li> </ul> </li> <li>■ 선진국 대비 국내 고성능 탄소복합재 기술력 열위                             <ul style="list-style-type: none"> <li>초고강도 탄소섬유(7.0GPa)는 기술 부재</li> <li>고품질 중간재 및 고성능 부품의 낮은 기술력</li> </ul> </li> </ul>
투자방향	민·군 융합기술 기반 미래 방산 시장 선점	글로벌 항공방산시장 개척을 위한 전략 기술 확보	항공방산 소재·부품 글로벌 Top-Tier 경쟁력 확보 및 기술자립
	유무인 복합체계용 수직이착륙기 부품 개발 AI 기반 위협탐지 및 대응 무인로봇 개발	첨단 무기체계 적용 고성능 고신뢰성 반도체 개발	항공방산 구조체 기술 개발



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 민군 융합 기술 기반 미래 방산 시장 선점



현재 수준('24)

단기(~'27)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 유무인 복합체계용 수직이착륙기 부품 개발

① 수직 이착륙기 틸트로터 개발	50kg급 수직이착륙기 틸트로터 개발(시제기)	400kg급 수직이착륙기 틸트로터 개발(시제기)	600kg급 수직이착륙기 틸트로터 개발(상용기)
② AI반도체 기반 자율임무 수행 및 제어기술 개발	시뮬레이터 기반 자율임무수행 제어 알고리즘	단일 자율 임무수행 AI 알고리즘 FA-50기반 기술 실증	다중 자율 임무수행 AI 알고리즘 유무인 복합 전용 항공기 기술 탑재
③ 전기식 항공추진 시스템	65kW (87마력) 전기엔진 200Wh/kg 배터리팩	150kW(200마력) 전기엔진 250Wh/kg 배터리팩	1,000kW(1,340마력) 전기엔진 350Wh/kg 배터리팩

#### 프로젝트 2

#### AI 기반 위협탐지 및 대응 무인로봇 기술 개발

① 개방형 국방로봇 솔루션	2족,4족 별도 보행 로봇 솔루션	2족,4족 모드 변경 가능한 보행 솔루션	2족, 4족, 주행 복합 로봇 솔루션
② 고신뢰성 로봇 제어 및 구동 구성품	정밀도 1/12° 제어기 토크밀도 20Nm/kg 구동기	정밀도 1/20° 제어기 토크밀도 30Nm/kg 구동기	정밀도 1/30° 제어기 토크밀도 40Nm/kg 구동기
기반구축	(인프라) 항공방산용 전기추진 시스템 시험 평가 및 인증 기반 구축		

### 미션 2

### 글로벌 항공방산시장 개척을 위한 전략 기술 확보



#### 프로젝트 3

#### 첨단 무기체계 적용 고성능 고신뢰성 반도체 개발

① 항공방산용 고신뢰성 로직 재구성 반도체 (FPGA)	기술 100% 해외 의존 체계 적용 부품 전량 수입	재구성 로직 설계 기술 확보 고속 통신 인터페이스 기술 확보	재구성 가능한 로직/컴파일러 기술 확보 AI 및 신호처리 기술 추가
② 위성통신 및 레이더용 RF반도체	기초 기술 연구 체계 적용 부품 전량 수입	군사규격 부품 기술 획득 체계 시범 적용	AI 기술 추가
③ 항공방산용 극한환경 반도체 패키징	소재 전량 해외 수입 의존 수작업 패키징	군사규격 (온도, 습도) 부품 기술 획득 및 표준 수립	우주급 (내방사선) 패키지 기술 획득
기반구축	(인력) 우주항공방산용 특수 반도체 설계 및 패키징 인력 양성		

### 미션 3

### 항공방산 소재부품 글로벌 Top-Tier 경쟁력 확보



#### 프로젝트 4

#### 항공방산 구조체 기술 개발

① 초고강도 초고강성 탄소섬유	6.4GPa급 탄소섬유 양산화	7.0GPa급 탄소섬유 양산화 6.4GPa급 감항증명 및 물성DB 구축	7.4GPa급 양산화, 감항증명, 물성DB 구축
② 속경화 중간재	경화시간 2시간 이상	내열성 250°C경화시간 1.5시간	내열성 300°C경화시간 1시간
③ 일체형 복합재 항공 구조물	5m 날개 (5인승급항공기) 설계 및 제작 기술	조립형 20m (150인승급) 복합재 날개 설계 및 제작 기술	일체형 20m (150인승급) 복합재 날개 설계 및 제작 기술
④ 국산 복합재료 기반 미래형 비행체 고속 생산	국산소재 0% 적용 수제작 공정	국산소재 30% 적용 고속 생산, 저비용 공정 개발	국산소재 50% 적용 고속 생산, 저비용 공정 양산 적용
기반구축	(인프라) 민군 대형 기체구조물 첨단제조 실증 기반구축		

# 09. 차세대원자력 초격차 로드맵

## 산업 구조 및 현황

가치사슬	SMR	원전혁신제조신기술	SMR 활용 연계기술
	설계, 제조, 시공, 인허가/규제	소재, 장비, 공정, 시험·평가, 표준화	설계, 실증, 인허가, 시공, 운영
산업현황	차세대원자력		
	SMR	원전혁신제조신기술	SMR 활용-연계기술
해외기업*	NuScale Power(-), GE-Hitachi(-), TerraPower(8억), X-energy(-), USNC(-), EdF(2,046조), Seaborg Technologies(-) 등	EPRI(-), Nuclear AMRC(-), Sheffield Forgemasters(-), Laserline(-), Hamamatsu(21조) 등	NuScale Power(-), GE-Hitachi(-), TerraPower(8억), X-energy(-), USNC(-), EdF(2,046조), Seaborg Technologies(-) 등
국내기업*	한수원(10조), 한전기술(0.5조), 두산에너지빌리티(15조), 현대건설(21조), 현대엔지니어링(8.8조) 등	두산에너지빌리티(15조), 한라비텍(0.01조), 클래드코리아(0.01조) 등	한수원(10조), 한전기술(0.5조), 두산에너지빌리티(15조), 현대건설(21조), 현대엔지니어링(8.8조) 등
시장경쟁력**	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
* 22년 매출(조원), 출처: 기업 공시 ** 시장점유율, 기술경쟁력 분석 기반 시장경쟁력 수준			
산업이슈	소형모듈원자로, 경제성, 실증 표준설계, 공급망	혁신제조, PM-HIP, EBW, DLC 표준화, 국제협력	SMR, 다목적활용-연계 표준설계, 공급망
	<ul style="list-style-type: none"> <li>분산전원, 고온 공정열 제공, 재생에너지 연계, 수소생산 등 다목적 활용도 높은 SMR 중심 신시장 경쟁 격화</li> <li>80여개 SMR 노형 개발 중</li> <li>각국 정부의 적극적인 지원</li> <li>미 에너지부의 ARDP (Advanced Reactor Demonstration Program) 등</li> <li>선도 기업인 美 NuScale社의 노형은 '20년 9월 US NRC 표준 설계인가 취득 후 동시다발적 사업화 추진 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공장에서 제작될 SMR의 경제성 향상을 위해 제작공기를 50% 이상 단축시킬 수 있는 PM-HIP, EBW, DLC 등 혁신 제조기술 개발 필요성 대두</li> <li>원전 제조역량이 침체된 미, 영 주도로 패러다임 전환을 위해 혁신제조기술 집중 연구</li> <li>비에타 사업인 현장수요대응 원전 첨단제조기술 및 부품장비개발 사업의 일환으로 PM-HIP, EBW, DLC 공정기술 개발 과제 기획 중</li> <li>'24년 착수 예정</li> <li>EPRI, AMRC 등 해외 대비 후발</li> <li>대규모 고비용 제조장비 구축 필요</li> <li>ASME/KEPIC Code Case 등 표준화 작업에 장시간 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지 연계 등 다양한 수요에 대응하기 위한 SMR 다목적 활용·연계 기술 개발 필요성 대두</li> <li>해외 4세대 노형 설계기업(X-Energy 등)은 공정열, 해상 활용 등 다양한 수요 확보를 위한 기술 개발 동시 추진 중</li> <li>비에타 사업의 일환으로 일부 원전 기술(저온 수전해 기술, 해양구조물 등) 既개발 하였으나 SMR과 연계한 기술 개발 미흡</li> <li>경제성 검토 및 실증 필요</li> <li>부수적 기술로 인식되어 그간 R&amp;D 재원 배분 시 후 순위 부여 등 관심 부족</li> </ul>
대외환경			
국내현황			
취약점	<ul style="list-style-type: none"> <li>'28년 표준설계 인가 취득을 목표로 산업부-과기부 공동 예타과제 수행 중</li> <li>상업운전 개시한 SMR 노형 全無</li> <li>초기 경제성 등 관련</li> </ul>		
투자방향	혁신성과 안전성을 유지하면서 경제성 제고 가능한 설계안 도출	제조장비 국산화 개발 과제 기획 추진	고온수전해 기술 등 관련 연계기술 개발 추세를 고려한 개발과제 기획 추진
	연구개발에 더해 실제 사업추진 과정에 필요한 과제 기획 및 추가 수행	ASME Code Case 제정을 위한 국제협력 추진	연구개발에 더해 실제 사업추진 과정에 필요한 과제 기획 및 추가 수행



## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### SMR 설계 및 활용 기술 확보



현재 수준('24)

단기('~'28)

중장기('~'35)

#### 프로젝트 1

#### i-SMR 표준설계 인가 획득을 위한 기술개발

[과기정통부 협업]

##### ① 설계기술



- 안전성
  - CDF  $1 \times 10^{-6}$
  - LERF  $1 \times 10^{-7}$
- 경제성
  - 건설단가 \$3,000/kWe
- 유연성
  - 제한적 부하중 운전

- 표준설계 인허가 획득
- 노심설계, 계통설계, 종합설계

- 무봉산 노심 최적정전모형 및 최적운영기술 확보
- 검사·유지·보수 장비 및 기술
- EPZ 기반기술 및 시공·사업관리 최적기술

##### ② 혁신기술



- 표준설계 인허가 획득
- 혁신검증기술, 안전성/경제성향상기술

- 국내외 건설/운영을 위한 상세설계 및 플랫폼 시제품 제작

##### ③ 혁신제조



- 표준설계 인허가 획득
- 노심부품소재 기술

- 국내외 건설/운영을 위한 제어방 집합체 및 가연성 흡수봉 성능 입증 및 평가

#### 기반 구축

(인력) 차세대 원자력 원천기술 창출형 IP R&D 인력 양성('24~'28), (인력) 미래 원자력 설계 실습('24~'28)  
(국제) 첨단 원자로(SMR 설계)에 대한 확률론적 안전성평가 방법론 연구('23~'25)  
(국제) 원자력시설 SC구조물 적용을 위한 설계·제작·시공 기술 실용화('24~'26)

#### 프로젝트 2

#### SMR 다목적 활용·연계 기술개발

[과기정통부 협업]

##### ① 산업공정 연계기술



- 국내 기술개발사례 전무
- PWR 증기온도 290°C

- SMR 고온 공정열 공급계통 설계
- 고온 공정열 공급계통 기술기준 개발
- SMR 고온 공정열 공급플랜트 표준설계

- SMR 연계 고온 공정열 공급 플랜트 개발
- SMR 연계 고온 공정열 공급 플랜트 운영절차개발

##### ② 수소생산 연계기술



- 국내 기술개발사례 전무
- 저온 수전해 기술 개발

- 저온 수전해 SMR 전력공급계통 설계
- 저온 수전해 연계계통 기술기준 개발
- 저온 수전해 SMR 수소플랜트 표준설계

- 고온 수전해용 SMR 연계 원천 기술개발

##### ③ 신재생에너지 연계기술



- 대형원전 기준 최저 80% 운전
- 국내 기술개발사례 전무

- 탄력운전 실증 기술개발
- 잉여에너지 저장·관리, 담수화/농축수 에너지화 기술개발

- 가동원전 활용 실증
- 규제기관 인허가 획득

##### ④ 해양구조물 및 선박연계 기술



- 조선업계 기초 연구

- 원자로 지지용 해양구조물 설계
- 원자로 지지용 해양구조물 안전성 평가

- 규제기관 인허가 획득
- 원자로 추진 선박 설계

#### 기반 구축

### 미션 2

### 글로벌 SMR 파운드리 허브 도약



#### 프로젝트 3

#### SMR 제작용 혁신제조 공정 및 소재·설비 개발

##### ① 초대형 PM-HIP 핵심 기술



- 국내 기술개발사례 전무
- (美) 50% 규모 제작/검증 완료

- 핵심제조 공정기술 개발
- Mock-up 제작 평가 및 공정 표준화
- 분말 소재 표준화
- 양산설비 국산화 및 개발·설치
- 양산설비 운영기술 확보

- 혁신형/수출형 SMR 기자재 제작 적용 및 양산 시스템 구축
- EBW 연계 대형원전 기자재 확대 적용

##### ② 초대형 EBW 기술



- 국내 기술개발사례 전무
- 국외 소형부품 제작시 적용

- 소재별 최적용접조건 시험·평가
- 공정 최적·표준화
- 고출력 대형 EBW 전자총 구축
- 전공률 제작 및 전체시스템 개발

- 장비 국산화 완료 이후 공정 최적화
- SMR 외 대형원전 확대 적용을 위한 EBW 조건 시험 평가 및 공정 표준화

##### ③ DLC 기술



- 국내 기술개발사례 전무
- 국외 소형부품 제작시 적용

- 소재별 최적용접조건 시험·평가
- 공정 최적·표준화
- 고출력 DLC 전원 및 용접헤드 구축
- 전체 DLC 시스템 개발

- 장비 국산화 완료 이후 공정 최적화
- SMR 외 대형원전 확대 적용을 위한 DLC 조건 시험 평가 및 공정 표준화

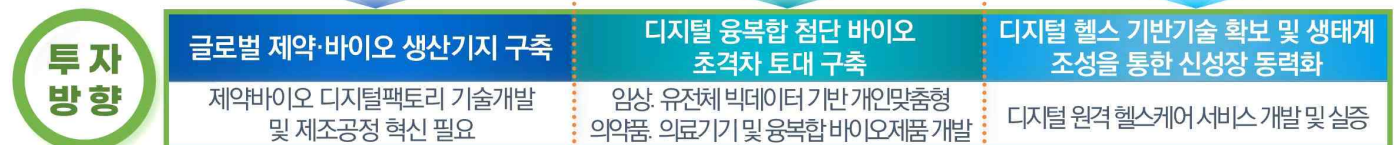
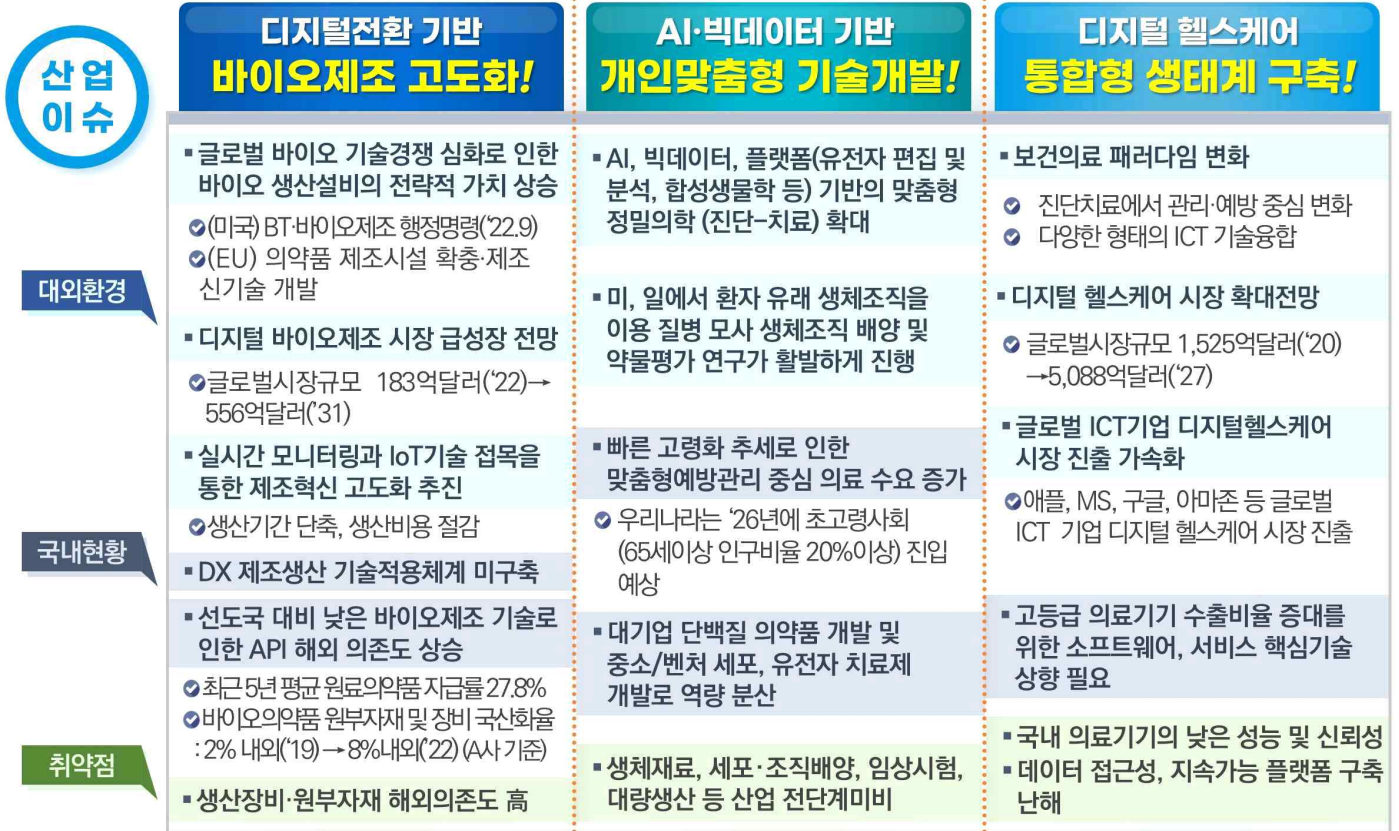
#### 기반 구축

(인프라) SMR 제작지원센터 구축사업('24~'29)  
(인력) 차세대 핵연료 및 재료 개발 기술인력 양성('26~), (인력) SMR 등 미래원전 혁신제조 기술인력 양성('26~)



# 10. 첨단바이오 초격차 로드맵

## 산업 구조 및 현황





## 미션 및 프로젝트

### 미션 1

### 글로벌 제약·바이오 생산기지 구축



현재 수준('24)

단기(~'28)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 1

#### 고품질, 고기능성, 고생산성 첨단약품·의료제품 디지털팩토리 제조공정 혁신

1 고생산성 첨단약품 제형화 및 제조기술 개발

· 후발약품(제너릭, 바이오시밀러) 중심의 제조공정 기술 확보

· 첨단약품(신약, 성능개선 의약품 등) 맞춤형 제형화 기술개발  
· 품질설계기반 다기능성(≥2개) 의약품 제조 기술 개발

· 고성능/고품질 첨단약품 제조 자동화 및 대량생산 기술 확보(≥20%)  
· 디바이스(자동주입 등) 연계 융복합 의약품 제제화 및 제조기술개발

2 고기능성 첨단의료용 제품 및 핵심부품 제조·공정기술개발

· 의료용 부품 제조 공정 지능화율 30% 및 국산화율 30%

· 첨단의료용 소재 및 부품 성형 가공 공정 지능화(≥50%) 기술 개발  
· AI 기반 의료용 부품 및 소재 부품 표면 고도화 기술개발

· 지능화 기반 첨단의료용 제품 및 소재 부품 상용화  
· 디지털 전환 연계 의료용 소재 및 부품 제조 공정 개발

3 고품질 바이오 원부자재 및 장비 자립화 기술개발

· 바이오원부자재 및 장비 국산화율 ≤8%  
· 국내 개발 원부자재 및 장비 글로벌 기업 활용 전무

· 바이오약품 생산용 원부자재 및 장비 국산화(≥10%)  
· 글로벌 기업 연계 품질 신뢰도 검증 및 활용(≥10%)  
· 바이오파운드리용 핵심 자동화 기기 및 장비 플랫폼 개발(≥10종)

· 첨단 바이오약품 맞춤형 제조용 원부자재 및 자동화 장비 자립화 기술개발(≥20종)  
· 국산원부자재 및 장비 기반 글로벌 의약품 생산제조 실증(≥15건)

4 디지털 전환 기반 첨단약품 제조공정 시스템 개발

· 비연속성 의약품 제조공정 기술 확보(경제성 낮음)  
· 품질설계 기반 의약품 제조공정 기술 구축

· 고생산성 첨단약품 제조품질 제어 및 모듈화 기술개발(생산성≥15%)  
· 디지털 모사 기반 첨단약품 생산 공정 최적화 기술개발(유사도≥50%)

· 고품질, 고생산성 맞춤형 연속공정 기반 첨단약품 제조기술 개발(≥10건)  
· 첨단약품 고품질 전주기/디지털 제조 공정 개발(신공정≥5건)

기반 구축

(인력) 바이오아카데미('25~'29) (국제) 글로벌산업기술협력센터('25~'29) (국제) 글로벌선도형 디지털트윈 기반 의약품 생산 고도화 기술개발('26~'30)

### 미션 2

### 디지털 융합 첨단바이오 초격차 토대 구축



#### 프로젝트 2

#### 디지털바이오 기반 개인 맞춤형 진단·치료기술 및 융복합 바이오제품 개발

1 임상유전체 기반 맞춤형 진단 및 치료 기술개발

· 단일정보 기반 질병 진단 및 치료 기술 확보  
· 바이오데이터 수익률 ≤40%

· 멀티오믹스(≥3종) 기반 난치성 질환 진단 및 치료 기술개발  
· 다차원 생검 기반 정밀진단용 융복합 바이오 기기 개발

· AI기반 임상유전체 데이터 통합 관리 및 활용(데이터 확보 ≥90%)  
· 통합 바이오데이터 분석 기반 고성능 맞춤형 분석, 진단기기 및 치료 제품 개발(정확도 ≥95%)

2 융복합 바이오 제품 및 디지털 통합솔루션 개발

· 정밀의료용 바이오융복합 기기 및 제품 정확도 ≤60%, 해외 의존율 100%

· 정밀의료용 고성능/고효율 스크리닝 평가 장비 및 솔루션 개발(정확도 ≥80%, 자립화 ≥100%)

· 이중산업 연계 고기능성 바이오 융복합 기기 및 솔루션 개발  
· 첨단대체실험용 고품질 자동화 바이오 개발(유효성 ≥50%)

3 인공지능 탑재형 진단 치료기기 개발

· 검출판독 보조 중심 의료 AI  
· 의료 AI 진단 정확도 약 93%  
· On-device AI 의료기기 출현

· 다중(정형·비정형) 데이터 의료 AI  
· 의료 AI 진단 정확도 약 95%  
· On-device AI 의료기기(≥5종)

· 의료 AI 탑재형 자동정밀 치료기기  
· 의료 AI 진단 정확도 약 98%  
· On-device AI 현장진단 기기(≥10종)

기반 구축

(표준) 첨단 대체시험 및 바이오뱅크 기반 평가인증 플랫폼('24~'28) (인력) 첨단바이오제조공정공학인력양성('25~'29) (국제) 공간다중오믹스 기반 맞춤형 진단예측 기술('25~'29)

### 미션 3

### 디지털헬스 기반 기술 확보 및 생태계 조성



#### 프로젝트 3

#### 다중 생체정보 기반 디지털헬스 기기 및 바이오빅데이터 융합 기술개발

1 다중 생체정보 획득·분석·해석 기반 디지털헬스 기기 개발

· 물리적 신호(호흡, 혈압, 맥박) 중심 생체 모니터링 기기  
· 인체 디지털트윈 기초기술(모델링, 시뮬레이션) 보유

· 물리적 신호와 바이오마커(혈당, 트로포닌) 통합 측정(≥6종) 기기 개발  
· 인체 정보, 임상데이터 연계 3D 모델링·시뮬레이션 개발(정확도 ≥80%)  
· 실시간 생체정보 기반 인체기능 향상기기(재활, 기능복원) 개발

· 다중-다중(10종) 바이오마커 실시간 연속 측정 기기 개발  
· 인체 정보, 임상데이터 연계 3D 모델링·시뮬레이션 개발(정확도 ≥85%)  
· 메디컬 트윈(일치도 ≥80%) 활용 인체 기능 유지 보조기기 개발

2 바이오빅데이터 융합·활용 기술개발

· 개인건강정보(PHR) 활용 직장, 지역 중심 디지털 헬스케어  
· 디지털 헬스케어 효과성 검증 환경 부재  
· 바이오빅데이터(의료, 생활) 활용 연계 체계 미정립

· 글로벌 진출형 디지털 헬스케어 개발(10종)  
· 디지털헬스케어 글로벌 분산형 임상 실증 플랫폼 개발(2개국)  
· 디지털헬스 핵심기술 개발(데이터전처리, 의료 AI용 DB)

· 산업환경 연계 디지털 헬스케어 개발(20종)  
· 디지털헬스케어 글로벌 분산형 임상 실증 플랫폼 개발(4개국)  
· 디지털헬스 핵심기술 개발(헬스 AI 프로세서, 데이터 분석 AI)

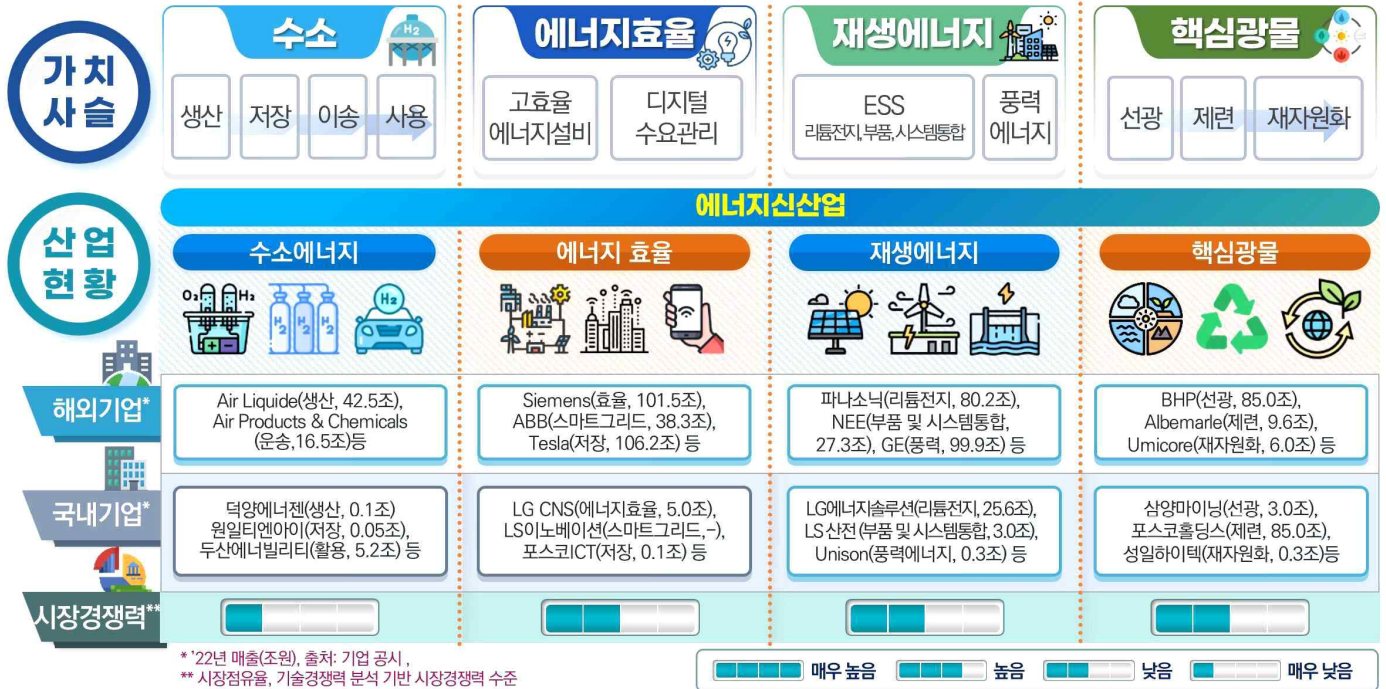
기반 구축

(인력) 디지털헬스 전문인력양성('23~'27) (표준) 의약품정보 국제표준 활용을 위한 플랫폼('24~'29) (국제) 극한산업환경 디지털헬스케어기술('26~'31)



# 11. 에너지신산업 초격차 로드맵

## 산업구조 및 현황





## 미션 및 프로젝트

### 미션 1 수소산업 1등을 위한 청정수소 생산-유통-저장 생태계 조성



현재 수준('24)

단기('28)

중장기('32)

#### 프로젝트 1

#### 수전해 수소 생산 시스템(10MW급) 기술 개발 및 실증

##### ① 대용량(10MW) 알칼라인 수전해 시스템 개발



- 스택 효율 54 kWh/kg
- 스택 용량 1MW

- 핵심 부품/소재 개발(전극면적 2㎡ 이상)
- 스택 효율 48kWh/kg

- 스택 핵심소재, 부품 및 시스템 양산
- 10MW 시스템 개발(효율 52kWh/kg)

##### ② 대용량(5MW) PEM 수전해 시스템 개발



- 1MW 단일 스택
- 스택 효율 : 55 kWh/kg

- 5MW 스택 모듈 개발
- 스택 효율 48kWh/kg

- 5MW 시스템 개발(효율 : 52kWh/kg)
- 스택 및 시스템 양산

##### ③ 상용급(30MW) 수전해 시스템 통합실증



- 3MW 실증 인프라 구축
- 알칼라인, PEM 수전해 1MW 실증

- 전력 공급 방안 확보
- 실증 연구 인프라 설계 및 시공

- 알칼라인 수전해 시스템(20MW) 실증
- PEM 수전해 시스템(10MW) 실증

기반 구축

(국제) 에너지국제공동연구('24~) (인력) 수전해수소 생산 기술인력양성('25~) (인력) 청정수소 원천 기술인력양성('27~)

#### 프로젝트 2

#### 액화수소 해상 운송, 병커링 및 운용 핵심기술 개발 및 실증

##### ① 액체수소 저장/운송 시스템



- 액체수소 화물창·운반선 설계 기술 미비

- 상압/가압형 화물창 설계 기술(Scale-up)
- 병커링 및 액체수소 이송시스템 설계 기술

- 대용량 화물창 건조 및 제작기술 개발, 해상 실증 및 상용화
- 인수기자-선박 간 적하역 인프라 구축

##### ② 액체수소 BOG 활용 및 처리 시스템



- 육상용 소형 수소액화기술 개발 중
- 액체수소운반선 상용운행 안전기술 개발

- 수소선박 시험선 해상 실증
- BOG 재액화 시스템 공정설계

- 수소혼소 엔진 및 연료전지 추진 기술
- 선박용 상용 액체수소

기반 구축

(인프라) 액체수소 선박 기자재 실증 설비('24~'28) (국제) 에너지국제공동연구('24~)

### 미션 2

### 차세대 수소발전시장 선도



#### 프로젝트 3

#### 가스터빈 수소전환 핵심기술 및 복합발전효율 향상 기술 개발

##### ① 대형 수소전소 가스터빈 개발



- 수소혼소 비율 30%(Lab 수준)
- 5MW급 수소전소 연소기 개발 중

- 300MW급 이상 수소 혼소 50% 실증
- 90MW급 수소 전소 터빈 시스템 개발

- 순산소 수소터빈 설계기술개발
- 300MW 이상 전소 터빈 시스템 개발

##### ② 차세대 암모니아 가스터빈 발전 시스템 상용화



- Lab 수준 암모니아 개질/직접 연소
- 600°C급 열분해 촉매개질시스템

- 대형 50% 암모니아 혼소 연소 기술
- 550°C급 열분해 촉매개질시스템

- 대형/중소형 암모니아 전소 연소 기술
- 500°C이하급 열분해 촉매개질 시스템

##### ③ 초고효율 가스터빈 복합발전 시스템 개발



- 압축기 효율 93.5%, 터빈 효율 91%
- 단독발전 효율 40%
- GT-FC 복합발전 위한 소형 SOFC 개발

- 단독발전 효율 43%
- kW급 GT-FC 복합발전 효율 65% 이상

- 압축기 효율 94%, 터빈 효율 92%, 단독발전 효율 45% 이상
- MW급 GT-FC 복합발전 효율 70% 이상

기반 구축

(표준) 친환경 가스터빈 수소전환 시스템 표준('25~'28) (인프라) 수소터빈 시험연구센터 구축('26) (인력) 무탄소 연료 가스터빈 설계 및 제작 기술 인력 양성('27~) (인력) 초임계 터빈 발전시스템 기술 인력 양성('27~)

### 미션 3

## 건물·산업 효율 기술 세계 경쟁력 확보



현재 수준('24)

단기(~'28)

중장기(~'32)

#### 프로젝트 4

#### 저탄소 고효율 전기기반 열공급기술(히트펌프) 개발 및 실증

- ① 산업용 보일러 대체  
대용량/고온 히트펌프  
시스템 기술 개발



- 대용량 터보압축기 전량 수입
- 상온 중심 열저장 기술

- 산업용 히트펌프 용량 1000RT, 최대 생산 온도 100°C 돌파
- 산업용 스팀발생 압축기 개발

- 친환경 냉매기반 160°C 히트펌프 고도화
- 250°C, MW급 고온 히트펌프 시스템 개발

- ② 산업/건물 친환경·고효율  
히트펌프 및 부하 최적화  
통합 에너지 기술개발



- 고-지구온난화지수(GWP) 냉매 기반 히트펌프 및 보일러 기반 설비
- 100°C 이하 가압수 열공급, 단방향 시스템

- 건물용 고효율 냉난방/급탕 히트펌프 개발
- 보일러의 친환경 히트펌프 대체

- 가변부하 최적대응 유체시스템
- 미활용열원 기반 집단에너지 시스템

- ③ 산업용 극저온/초저습  
히트펌프 및 냉열활용  
시스템 기술개발



- 자연냉매 적용 고효율/극저온 국내 기술 부재
- 고-지구온난화지수(GWP) 냉매 기반 냉동 시스템

- 역브레이튼 냉동 시스템 기술 (-100°C, 냉각용량 5kW급)
- 초저습 드라이룸 기술 개발 (국산 기술, 소전량 400W/m<sup>3</sup> 이하)

- -120°C급 혼합냉매 냉동 시스템 개발
- 극저온 냉열 활용 네트워크 기술 고도화

기반 구축

(표준) 차세대 냉매 평가 기술('24~'27) (국제) 에너지국제공동연구('24~) (인력) 열에너지탄소중립을 위한 고온저온 열펌프 중견기업 특화 고급 인력양성('24~'28) (인력) 에너지인력양성('24~)

### 미션 4

## 디지털 기반 수요관리 시장 육성



#### 프로젝트 5

#### 디지털 디바이스를 활용한 전력망 연동 양방향 수요관리 스마트 에너지 플랫폼 개발

- ① EV 수요자원화를 위한  
양방향 수요관리 플랫폼  
구축 및 실증



- V1G(단방향 충전제어) 기술
- EV 충방전 수요 예측 부재

- 10만대 실시간 동시제어
- 1,500기 VPP/DR 연계 유연성 자원 실증

- 대규모 출력제한 완화 연계 실증
- 지역별 V2G 정보 맵 서비스 구축

- ② 수요관리 스마트화 기술  
및 서비스 플랫폼 개발



- DR(수요반응) 사업 및 수동 제어 기술
- 스마트홈 기반 기기 연결 및 제어

- DR 연동 양방향 자동 수요관리
- 시가반 생활패턴 학습 및 맞춤형 자동제어

- 효율등급제 내 AutoDR 포함
- 전력망 연동 자동수요관리

기반 구축

(인프라) V2G 충전기 인증 인프라 구축('24~'27) (인프라) AutoDR 얼라이언스 구축(~'32) (인력) 에너지인력양성('24~) (표준) EV 양방향 충방전 플랫폼 표준('24~'27) (표준) AutoDR 인증평가, 효율 등급제 운영(~'32)

### 미션 5

## 초대형화를 통해 現 풍력발전시스템의 기술 초격차 실현 및 시장 확대



#### 프로젝트 6

#### 20MW급 극한풍속 적응형 초대형 풍력발전 기술 개발

- ① 풍력발전시스템 및  
핵심부품 기술개발



- 10MW급 시스템 개발 중
- 15MW급 베어링 부품 개발 중

- 20MW급 풍력발전 시스템 설계 및 실증 계획

- 20MW급 제품 개발 및 실증
- 20MW급 베어링 등 부품 설계·제작 및 시험

- ② 고정식 하부구조물  
비용절감 기술개발



- 국내용 5.5MW급 자켓 개발
- 4MW급 석션버킷 개발

- 20MW급 자켓 제작을 위한 비용절감 기술
- 20MW급 석션버킷 설계 및 표준화 기술

- 20MW급 석션버킷 설치 자동화

- ③ 부유식 하부구조물 안정성  
및 경제성 향상 기술개발



- 비용절감 부유체 설계기술 미비
- 8MW급 계류선·앵커 시제품 개발 중

- 8MW급 부유체 실증
- 8MW급 계류선, 앵커 실증 및 계류시스템 하중저감 기술

- 20MW급 부유체 개발
- 공유 앵커 개발

기반 구축

(인프라) 풍력 터빈 너셀 테스트베드('20~'24) (인프라) 대형 풍력터빈 블레이드 소배/부분품 종합시험 및 표준화 기술개발('25~) (인력) 에너지인력양성('24~) (표준) 부유식 해상풍력 통합 하중해석 표준(~'27) (표준) 초대형 해상풍력 성능시험 평가(~'30)



## 미션 6

## ESS 기반 전력망 유연성 강화 기술 개발



현재 수준('24)

단기(~'28)

중장기(~'32)

### 프로젝트 7

### 비리튬계/비전지 장주기 대용량(8시간, 100MW이상) ESS 개발

#### ① 비리튬계 전지 대용량 ESS 기술개발



- 단전지 550Wh 시제품 제작
- 모듈 14.4kWh급 시제품 제작

- 파일럿급 단전지 및 모듈 제조기술 확보
- 38cm급 중형 고체전해질 재현 및 양산 기술 개발

- 전해질 대형화(48cm급) 및 상용급 단전지 120W/650Wh 개발
- MWh급 ESS 시스템 제작 및 실증

#### ② 압축공기 저장장치 기술개발



- 50기압급 LRC(Lined Rock Cavern) 설계 및 기술 검증
- 대용량 압축기, 가스터빈 등 국산 기술 확보

- 75기압급 대용량 압축공기 저장조(LRC) 설계, 시공, 안전성 검증
- 상용화기기 적용 2MW급 파일럿 플랜트 구축

- 75기압 대용량 압축공기 저장조 기술 확보
- 200MW급 압축공기저장시스템 구축 및 운영 기술 확보

#### ③ 대용량 카르노 배터리 기술개발



- 카르노 배터리 기초연구 단계
- 고온 열저장 및 재전력화 기초연구 단계

- 변환효율 35% 목표 카르노 배터리 개발
- 500°C 이상 고온 열저장 MW급 플랜트 구축

- 변환효율 40%, 장수명 친환경 고온 열저장 소재 적용
- 600°C 고온 열저장 시스템 및 수백 MW급 발전 플랜트 구축

#### 기반 구축

(국제) 국제에너지기구(IEA) 카르노배터리 협의체('20~) (국제) 열저장 및 압축공기 국제공동연구(~'28)  
(인력) 에너지인력양성('24~) (인프라) NaS 전지 성능평가 국제공인 시험 기반 구축(~'27) (인프라) 열 및 기계 기반 대용량저장장치 표준화 및 시험 기반 구축(~'32)

## 미션 7

## 에너지자원 공급망 확보를 위한 핵심광물 선진기술 확립



### 프로젝트 8

### 핵심광물(니켈, 리튬) 저품위 원료 자원화 기술개발

#### ① 저품위 염호 대상 친환경 리튬 추출 및 소재화 기술개발



- 저품위 염호 탐색(Li < 500 ppm)
- 직접 리튬 추출(DLE) 기술 확보

- 저품위 염호 보유국 공동연구 협의체 구성
- DLE 공정기반 친환경 리튬 추출/화합물 제조

- 기업참여 통한 테스트베드 구축 및 실증

#### ② 저품위 산화광 대상 니켈원료 제조공정 기술개발



- Class II 니켈 매트전환 상용화 준비중

- 저품위 니켈산화광 대상 Class I 니켈 제조
- 니켈 화합물 제조 부산물에서 유기금속 회수

- 저품위 니켈산화광 대상 Class I급 니켈 원료 소재 제조 상용화

#### ③ 사용후 배터리 친환경 재자원화 기술개발 및 소재화



- 블랙파우더/공정잔여물 대상 습식 제련 공법 리튬 회수 및 소재화 적용

- 폐자원 및 사용후배터리 대상 친환경 리튬 추출/회수 기술 개발

- 폐자원 직접분해 및 촉매활용 리튬 추출 기술 고도화

#### 기반 구축

(표준) 핵심광물 및 희토류 재활용화 표준개발 및 인증기반구축('24~'28) (인력) 에너지인력양성('24~)  
(국제) 에너지국제공동연구('25~)