공 개

의안번호	제 2 호
심 의 연 월 일	2023. 10. 31. (제 4 회)

심의사항

국가전략기술 임무중심 전략로드맵(안)

Ⅱ. 미래혁신 분야 : 인공지능, 첨단바이오

국가과학기술자문회의
국가전략기술 특별위원회

제출자	관계부처 합동
제출 연월일	2023. 10. 31.

Ⅰ. 수립 배경

□ 국가전략기술 중에서도 **AI**와 **첨단바이오**는 **파괴적 혁신**을 주도하는 분야로, **연관 산업**에 미치는 **파급효과**가 큰 **미래혁신 분야**

○ **초거대 생성형 AI** 등장은 기업·전문가 영역에서 활용되던 **AI**가 **본격 확산**되는 계기 → **디지털 전환(DX)**로 가장 큰 영향을 받는 분야인 **첨단 바이오**를 연계

※ 바이오의료 **데이터 증대, 연구 디지털화** → 기존 바이오의 한계인 **불확실성·재현불가능성 개선** 기대

□ **AI**와 **바이오**는 **밀접**하게 **융합·진화**하면서, 기존의 **기술적 병목 해결**은 물론 **사회적 난제해결** 및 **새로운 기술·산업 창출** (참고)

○ 생명과학에 AI·로봇 등 **공학적 관점**을 도입, 생명체 구성요소를 설계·제작하는 **'합성생물학' 본격화** → **화학·소재·에너지** 등 **다양한 분야**로 **적용 확대**

※ 생물데이터 기반 기술 : 10년후 산업부가가치의 50% 이상을 차지할 전망(Mckinsey, '20)

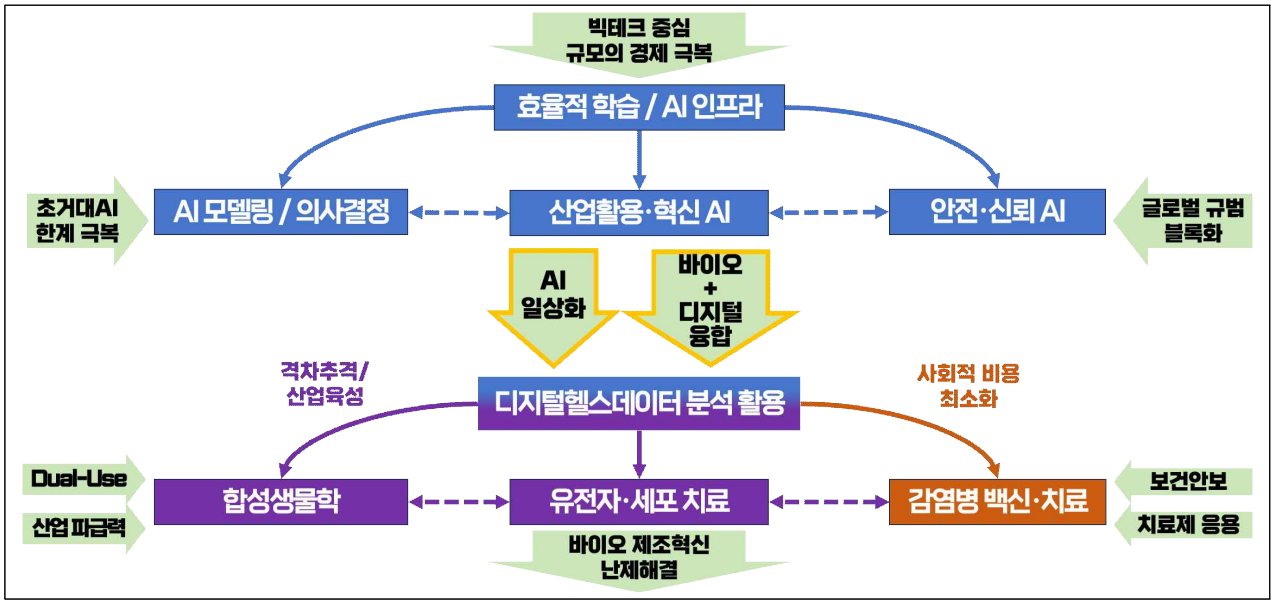
□ 두 분야는 **미국·중국 두 축**을 **중심***으로 기술·산업 **생태계 블록화**가 뚜렷하고, **민군겸용**(Dual-use) **활용 가능성**도 높아 **안보 관점**에서도 중요성이 높음

※ (OECD STI Outlook 2023) **인공지능, 합성생물학** 등 **신흥기술**의 **잠재적 위험 관리**가 **과학기술혁신정책 '안보화'**의 **핵심요소**

◇ 반도체·이차전지 등과 달리 **신속한 기술추격***이 **필요**한 분야로, 기존 **주요국 경쟁 구도**를 뒤흔들 수 있는 **차세대·도전적 기술확보 중심**의 **로드맵 수립·추진 필요**

* 선도국(美) 대비 기술수준 : 인공지능 89.1% / 생명·보건의료 77.9% (IITP, KISTEP)

< (참고) 첨단바이오·인공지능 분석대상 중점기술간 연계성 >



전략로드맵 수립 방향 ('23.8. 전략기술 특위 의결)

Ⅰ 수립 배경

○ **(전략기술 선정)** ▲**공급망**, ▲**신산업**, ▲**외교·안보**의 **통합적 관점**에서 **기술주권** 확보가 필수적인 **12대 국가전략기술 선정**('22.10, 자문회의 전원회의) 및 **특별법*** **제정**('23.3.)

* (로드맵 관련 조문) 제5조 : 전략기술 육성 기본계획 수립 / 제14조 : 전략기술 지식·정보 체계적 관리

○ **(로드맵 필요성)** **국가 차원**에서 꼭 필요한 **핵심기술**을 **식별·확보**하기 위한 **임무중심적 전략**을 세밀하게 수립·추진 필요

※ **美 반도체와 과학법, 日 경제안보법**(특정중요기술)도 전략기술 **국가 대응전략 연구·수립 추진**을 **명시**

○ **(현황)** ('22년) 양자·수소 → ('23.8.) 기술패권 경쟁분야 – 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단 모빌리티 → **('23.10.) 미래혁신 분야 – 첨단바이오, 인공지능**

Ⅱ 수립 주안점

중점기술 단위 경쟁력 분석	⇨	국가임무 설정	⇨	기술개발 타깃 도출	⇨	임무달성 전략 구체화
		'30년 기준 구체적 목표		임무달성 및 기술·안보적 우선순위 고려		R&D 투자 마일스톤 + 국제협력·인재확보·제도개선

❶ **(국가임무·전략성 중심 Top-Down 기획)** 개별부처 사업·과제기획 위한 **기술로드맵**(세부기술 나열)이 **아닌, R&D 투자·평가**의 **국가 차원 우선순위** 명확히 제시

※ "다다익선"적 기술확보 전략이 아닌, 국가임무 관점 반드시 기술주권이 필요한 기술로 한정

– **경제안보 관점 분석**을 통해 **중점기술 단위 가시적 임무**를 **설정**하고, 임무 달성에 **길목**이 되는 **기술**(Choke point)을 **식별**

❷ **(최상위 로드맵)** **기발표**된 **부처별 전략**을 **국가적 관점**에서 **정밀 분석**하여 필요성·실현가능성을 고려한 **전략적 정량 목표 제시**(정합성 확보 병행)

❸ **(투자·정책 연계)** 핵심기술 확보를 위한 **중점 투자방향** 및 **인재·국제협력·인프라** 등 **생태계 조성 방안**을 함께 제시, **R&D 정책**의 **나침반**으로 적극 활용

R&D 정책·기획	예산 배분	성과 평가
핵심 요소기술 및 R&D 공백영역 중심 프로젝트 기획·예타 반영	기술개발 목표·시한 토대로 범부처 통합적 예산 배분	국가임무 달성 여부 평가 Moving-Target 유도

❹ **(민간 전문가 주도)** 혁신본부 주도 下 **과기자문회의 전략기술 특위**(바이오특위) 및 **기술별 전문가 조정위**를 구성하여 **로드맵(안) 마련**

※ 산·학·연 및 관계부처 담당자 **3차례 전체회의 (인공지능 : 기술별 조정위 / 첨단바이오 : 자문회의 바이오특위 민간위원 토의)** 및 **중점기술별 소그룹 전문가 회의**를 통해 임무·목표 도출

◇ **인공지능·바이오 분야**는 **기술트렌드**의 **전환 속도**가 타 분야 대비 빠른 만큼, **현시점** 기준 **'30년 대비 임무**를 설정하되 **주기적으로 여건변화 업데이트 실시**

Ⅱ. 분야별 로드맵 주요 전략

1. 인공지능 : 핵심기술·산업활용 기반 확보 → 기술·산업 선도국 도약

□ 핵심 이슈

○ **(AI '신격차' 창출)** 거대언어모델(LLM)의 **대규모 데이터·컴퓨팅 의존**으로 빅테크 기업 중심 **'규모의 경제' 심화 → 고효율 학습모델·AGI*** 원천기술 선점 필요

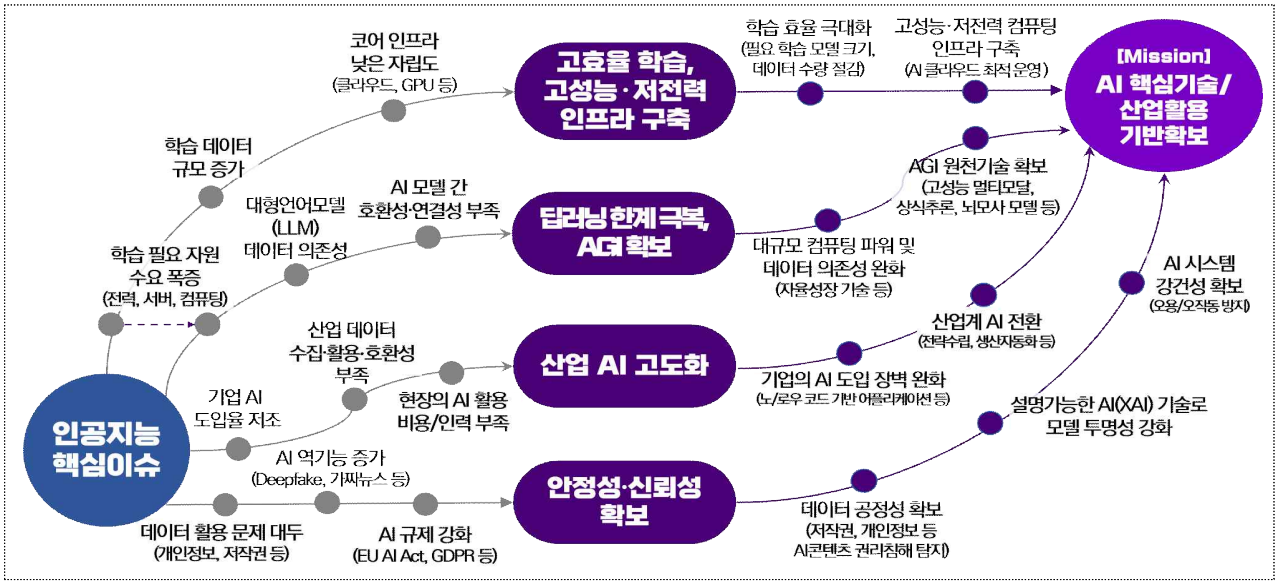
* AGI(인공일반지능) : 특정 기능에 특화된 기존 인공지능 대비, 다양한 기능을 범용적으로 수행 가능

○ **(AI 규범 선도)** 주요국 **AI 역기능**에 대한 **규제 강화*** 중 → **기술블록화·공급망 장벽화** 가능성 **선제 대응**

* (EU) 개인정보보호법(GDPR)('16~) 에 이어 AI법 의회안 마련,
(美) AI 위험관리프레임워크(RMF)('23.1) 발표 및 관련 행정명령 준비중

○ **(산업 확산)** 제조업 등 **산업계**의 **소극적 AI 도입 개선** 위한 **진입장벽 완화 필요**

< 핵심이슈 기반 임무·목표 도출 >



중점기술	목표 선정 배경
효율적 학습·인프라	▸現 LLM은 **대규모 컴퓨팅·데이터 자원 소모**, 빅테크 기업 **'규모의 경제'** 유발 * LLM 등장에 '어텐션 기반 트랜스포머 모델(문장 內 키워드에 가중치를 부여) 개발이 결정적 역할 → **자원의 열세를 극복할 "효율적인 학습·연산 모델"**이 **기술추격**의 **핵심**
모델링·의사결정	▸초거대 AI도 **복합정보 분석, 상황·맥락 파악**은 **공백영역** ▸**지능형 전장인식·지휘결심** 등 **국방활용성**도 매우 높은 분야 → 향후 게임체인저가 될 **인간지향적 "인공일반지능"(AGI) 원천기술 선점** 추진
산업 활용·혁신	▸우리 ICT 인프라 대비 기업의 **AI 서비스 이용률**은 **세계 평균 이하** (**34% vs 22%**, IBM('22)) → 산업현장에서 **전문지식 없이도** 누구나 손쉽게 **사용가능**한 **AI 플랫폼** 필요
안전·신뢰	▸**EU**의 **GDPR**('16~), **AI법**(제정중)을 필두로 주요국은 **자국 중심 AI 규범·질서 확립** 추진중, **AI 규범**이 반도체 공급망에 준하는 **'기술블록'**으로 발전할 가능성 高 → **'디지털 권리장전'**을 중심으로 **글로벌 AI 신뢰성 논의 주도** 필요

□ 국가 임무 · 목표

❶ (효율적 학습 · 인프라) 고효율 학습 기술 및 고성능·저전력 컴퓨팅 인프라 확보

- 학습·추론 고효율화 **학습**에 필요한 **모델크기 최적화** 및 **데이터 수량 절감**으로 **동일 성능 대비 요구 자원**을 **50% 이상 절감**
  * 온디바이스(On-Device) 학습, 비정제 데이터 기반 학습 관련 기술 등
- AI 컴퓨팅 인프라 여러 서버의 **분산·병렬형 딥러닝 학습**을 지원하는 **다중서버 연계 인프라** 및 **클라우드 최적운영** 플랫폼 구축

중점 투자방향	▸정부는 컴퓨팅 자원수요 급증에 대비한 **경량화·클라우드 최적화** 원천기술 개발 및 민간이 **Pilot 형태**로 활용가능한 **AI학습 공공인프라** 구축 검토 * **고성능·저전력 AI반도체** 기술개발 병행 (반도체 분야 로드맵과 연계)

❷ (AI모델링 · 의사결정) 기존 데이터·컴퓨팅 양적 성장 중심의 딥러닝 한계를 극복하는 AGI 원천기술로 글로벌 리더그룹 진입

- 딥러닝 한계 극복 AI 상호간 협업·의사소통이 가능한 **멀티 에이전트 시스템** 및 인간의 지식습득 과정에 기반한 **자율성장 AI*** **기술** 개발
  * 대량의 데이터 없이도, **자체적인 학습방법 체득**을 통해 **소량의 데이터**로도 **학습 가능** (Few-Shot / Zero-Shot Learning)
- AGI 원천기술 선점 **그럴듯한 거짓답변**(Hallucination) **예방**을 위한 **상식추론, 멀티모달, 뇌신경망 모사** 등 차세대 **인간지향적*** **AI** 기술 확보
  * 새로운 지식에 대한 멀티모달 표현, 인간 '감성' 작용에 근접하는 모델링을 지향

중점 투자방향	▸**AGI**의 **개념적 증명, 성능평가** 등 **선행연구** 우선 추진 ▸딥러닝 한계극복 **원천기술 R&D → 공공분야 실증**으로 연계

❸ (산업활용 · 혁신 AI) 산업 內 AI 내재화·고도화로 산업 전반 혁신역량 강화

- AI 내재화 플랫폼 **기업**에서 손쉽게 도입할 수 있는 **전문영역별 특화 서비스형 AI**(AI as a Service) 개발
  * 전문지식이 없어도 누구나 설계·코딩이 가능한 No-Code / Low-Code형 AI 지향
- AI 전환(Transformation) 전략 수립, 프로세스 설계, 생산 자동화, 영업·마케팅 등 **기업 비즈니스 전반**의 **AI 적용 실증**

중점 투자방향	▸**산업응용 가능한 AI**의 개발 및 **트랙레코드 확보 지원** * AI개발의 파편화 방지, 실효성 확보를 위한 산업적용 효과분석 병행

❹ **(안전·신뢰 AI)** 데이터 공정성, 모델 투명성, 시스템 견고성 강화 통한 **AI 역기능 최소화** 및 **신뢰성·안전성 글로벌 표준 제시**

- 데이터 편향성 탐지 개인정보 비식별화의 자동화 기술과 함께, **AI 생성 결과물**의 **저작권·개인정보 침해 여부**를 **자동 판별***·원천 방지

  * (목표) AI 콘텐츠 권리침해 탐지율 90% 이상

- 설명가능한 AI (XAI) AI모델의 **▲결론도출 과정, ▲결론의 의미,** ▲모델이 가진 편향성 등 **구조적 취약점**을 **자체 판단**하는 **설명가능한 AI 기술** 확보

- 시스템 안전성 확보 **편향·거짓** 및 **변조·생성**된 **학습 데이터**가 투입되더라도 모델의 **강건성**(robustness)를 **유지**할 수 있는 **오용방지** 기술 개발

중점 투자방향	▸EU GDPR 등 **글로벌 AI 신뢰성 규범**과 **호환가능**한 **초거대 AI모델**의 **신뢰성 검증 기술 투자**와 함께, **관련 체계 정비** 병행

□ 전략기술 생태계 조성

○ **(핵심인재)** **산업 종사자** 등 **AI 비전문가** 대상 **융복합 교육**을 **활성화**하고, **AI 전문대학원 - 글로벌 기업**과의 **문제해결·프로젝트형 산학협력 공동연구 강화**

○ **(국제협력)** 글로벌 주요기관과의 **공동 컨퍼런스*** 개최 등 **네트워킹 강화**, **국제표준 선점**을 통한 기술우위 확보 추진

* AI는 논문·특허보다 글로벌 컨퍼런스 세션을 중심으로 첨단기술이 공유·발표되는 경향

- 특히 **디지털 권리장전***('23.9.)를 바탕으로 **다자간 디지털 규범 논의**에 **적극 참여, 디지털 공동번영** 가치 중심의 **글로벌 리더십 확보 초점**

* (기본원칙) ❶디지털 환경에서의 자유와 권리 보장, ❷디지털에 대한 공정한 접근과 기회의 균등, ❸안전하고 신뢰할 수 있는 디지털 사회, ❹자율과 창의 기반의 디지털 혁신의 촉진, ❺인류 후생의 증진

○ **(제도·인프라)** **인공지능 산업 육성**과 **고위험 인공지능*** **규율** 등 신뢰 확보를 균형 있게 달성하는 **인공지능법 제정** 추진

* 고위험 AI : 에너지, 의료기기, 원자력 등의 영역에서 사용되는 인공지능으로 사람의 생명·신체·기본권 등에 중대한 영향을 미칠 우려가 있는 인공지능

- 기술성숙과 AI활용이 연계될 수 있도록 **일상**에서 **누구나 AI를 활용**하도록 하는 **AI제품·서비스 리터러시**(literacy) **강화**

※ 고령층 대상 기초적 활용·체험교육 제공 등 디지털 소외계층 최소화

인공지능 분야 세부 목표

도전

대규모 데이터·컴퓨팅 기반 빅테크 '규모의 경제' 및 생태계 블록화 → 원천기술 확보 통한 기술 의존 완화

AI 모델 한계·역기능 부각, 美·EU 등 주요국 법제 정비중 → 신뢰성 고도화 및 AI 산업 적용 촉진

비전

핵심기술 및 산업 활용 기반 확보로 인공지능 기술산업 선도 국가 도약

중점기술 임무 ('30년)

효율적학습/AI인프라고도화		고효율 학습, 고성능·저전력 컴퓨팅 인프라로 AI 산업 경쟁력 확보	산업활용·혁신 AI		AI 산업 내재화/고도화로 산업 전반 혁신역량 강화
첨단AI모델링·의사결정		딥러닝 모델 한계극복과 AGI 원천기술 확보로 글로벌 리더그룹 진입	안전·신뢰 AI		글로벌 AI 선도국 도약을 위한 안전성·신뢰성 확보

기술확보 목표

효율적학습/AI인프라 고도화 ①	AI 학습·추론 고효율화	데이터·전력·컴퓨팅 규모 50% 이상 효율화하는 고효율 학습모델 기술 개발 ▸ 데이터 수량별 적응적 학습, 비정제 데이터 기반 자가지도학습, On-Device 학습 기술 등
	고성능·저전력 AI 컴퓨팅 인프라 구축	AI 시스템 성능 · 확장성 향상 및 에너지 절감 (50% 이상) ▸ 대규모 데이터의 서버 분산/병렬형 학습 인프라 구축 ▸ AI Cloud 최적 운영, 초거대 AI 데이터 통합 관리 플랫폼 확보
첨단 AI모델링/의사결정 ②	딥러닝 모델 한계 극복	인간의 지식습득 과정에 기반한 협업·자율성장형 AI 고도화 ▸ AI Agent간 자율적·종합적 의사소통·협업 기술 ▸ 자체적인 학습방법 체득을 통한 초소량 데이터 학습 기술(Few/Zero-Shot)
	AGI 원천기술 확보	차세대 인간지향적 인공일반지능(AGI) 원천기술 개발 ▸ 그럴듯한 거짓답변(Hallucination) 예방을 위한 상식추론 ▸ 복합 정보의 초고속·초정확 인식을 통한 멀티모달 표현 ▸ 뇌 신경망의 해부학적/기능적 모사를 토대로 한 뇌모사 AI
산업활용·혁신 AI ③	기업별 특화 AI 내재화	기업에서 손쉽게 도입할 수 있는 전문영역별 특화 서비스형 AI(AI as a service) 개발 ▸ 전문 코딩 기술이 없이도 누구나 설계·코딩이 가능한 Low/No-Code 기반 AI 어플리케이션 개발 및 보급
	비즈니스 모델 AI 적용	기업이 보유한 데이터 기반 AI Transformation 적용 및 실증 ▸ 비즈니스 모델 및 기업 업무 전과정의 효율성·생산성·품질 수준 혁신 지원
안전·신뢰 AI ④	데이터 공정성 확보	데이터 공정성 침해 여부 자동 판별, 공정성-활용성 간 균형 확보 ▸ 개인정보 비식별화의 자동화 (데이터 가명처리, 마스킹 등) ▸ AI 생성 결과물의 저작권, 개인정보 침해 여부 자동 판별(탐지율 90% 이상)
	설명가능한 AI(XAI)	AI 결론도출 과정(작동원리) 및 결과에 대한 설명가능성 강화 → 투명성 확보 ▸ (1단계) AI모델의 결론도출 과정, 결론의 의미 (시스템 작동방식 보장) ▸ (2단계) AI모델이 가진 편향성 등 구조적 취약점을 자체 판단 (결과수준 보장)
	AI 시스템 강건성	AI 모델의 오용방지 기술 개발 ▸ 편향·거짓, 변조·생성된 데이터가 투입되더라도 모델의 강건성(robustness) 유지

생태계 구축방안

인재양성

현장 수요 기반 및 글로벌 R&D 인재 양성



비전공자 대상 교육 확대 | 글로벌 리더형 R&D 인력 양성

국제협력

기술협력 및 AI 규범논의 적극 참여



네트워킹 강화 국제표준 선점 | 디지털 권리장전 기반 글로벌 리더십 확보

제도/인프라

안전한 AI 구현 및 일상화 토대 마련



AI법 제정 (고위험 AI 대응) | AI 리터러시 강화 디지털 소외계층 최소화

2. 첨단바이오 : 디지털·바이오 융합 선제 대응, 바이오제조 강국 도약

□ 핵심 이슈

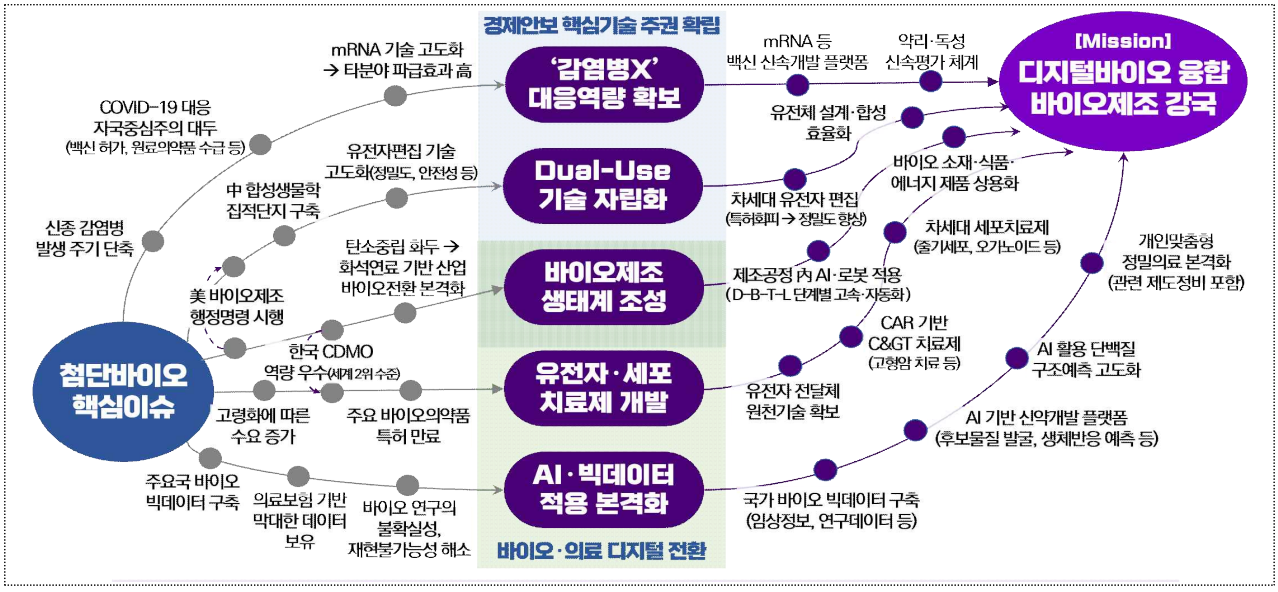
○ **(바이오제조 생태계 구축)** 자동화·고속화·저비용화로 생명과학의 패러다임이 제조·산업(Bio-Made)으로 **확장 → 후보물질 개발**에서 **밸류체인 고도화**로 진화

○ **(AI·빅데이터 본격 적용)** 빅테크 기업의 AI기반 신약개발 본격 진출 → **빅데이터 구축** 및 **인프라 확충**을 토대로, **난제해결형·개인맞춤형 연구 본격화**

※ ❶DNA시퀀싱 등 데이터수집 비용 하락, ❷생성형 AI를 활용한 데이터 분석 강화, ❸합성생물학 등 실험비용의 하락이 바이오 혁신으로 직결 (Mckinsey Tech Outlook 2023)

○ **(보건안보 핵심기술 자립)** 감염병 대응 자국주의, 합성생물학·유전체 편집의 비윤리적 활용에 대비한 **핵심기술·플랫폼 주권 확보**

< 핵심이슈 기반 임무·목표 도출 >



중점기술	목표 선정 배경
합성생물학	▸ **고효율 R&D 기반기술**을 넘어 소재에너지식품 등 **제품화 단계 진입 → 신속한 기술추격 필요** ▸ **Dual-Use 위험성**에 따라, 美 바이오제조 행정명령, 中 기술 수출통제 등 **기술안보 대응 강화** * OECD : 민군겸용 연구, 고의적 오용가능성 등 잠재적 리스크 대응 필요
유전자 세포치료	▸ **고령화**에 따른 **수요 증가**에 비해, **고형암 치료 / 안전성 확보** 등은 **공백영역** ▸ **세계적 수준**의 **위탁생산(CDMO) 역량**을 바탕으로 **글로벌 시장 진입** 필요
감염병 백신·치료	▸ 백신·원부자재 공급제한 재발 가능성 → **사회적 리스크 최소화** 위한 대응체계 구축 * 감염병혁신연합(CEPI)은 물론 미국, 일본 등도 100-Days Mission을 국가목표로 설정 ▸ mRNA 기반 **암백신 임상 3상 단계 → 감염병 外 파급효과**까지 고려한 **선택집중 필요**
디지털 헬스 데이터	▸ 바이오·의료 **데이터**의 **양적 증대** → 바이오 **불확실성·재현불가능성 개선** 기대 * 바이오 기업 外 구글(Isomorphic Labs), NVIDIA(BioNeMo) 등 빅테크 기업도 AI기반 신약개발 진출 ▸ **생성형·초거대 AI 적용** 본격화 → **정밀의료, 디지털 예측·검증** 등 **난제해결형 R&D** 필요

□ 국가 임무 · 목표

❶ **(합성생물학) 바이오제조 기간·비용·속도 혁신**(기존 대비 항체 생산효율 10배 / 바이오 연구개발 효율 5배 이상) 및 **합성생물학 기반 제품 상용화**

- 설계 · 합성 효율화 빅데이터 기반 **바이오부품(대사경로·단백질·유전체) 설계·합성**
  * 기존 실재실험(wet lab)을 넘어 디지털 기반 가상세포 등 초고속·정밀 설계 플랫폼 개발
- 고속화 · 자동화 **초고속 바이오부품 후보군 발굴**(스크리닝) 기술 고도화, 합성생물학 **사이클**(설계-합성-검증-학습(D-B-T-L)) **고속수행**을 위한 **핵심 장비·SW 내재화**
- 생산 스케일업 · 최적화 **의약·화학소재·대체식품** 등 바이오소재 대량생산 역량 고도화를 위한 **배양·정제 공정 고도화** 및 **바이오 디지털트윈 구현**

중점 투자방향	▸ **제조공정 단계별 핵심기술 확보** 및 **공동인프라 확충을** 추진함과 동시에, **바이오제조 전주기**의 **디지털 전환** 촉진 → **민간 주도**의 **합성생물학 제품화**로 연계

❷ **(유전자·세포 치료) 난치성 질환** 치료제 개발의 핵심 길목인 **유전물질 전달, RNA 플랫폼** 등 **기반기술** 확보 → **신물질 약물 임상단계 진입**

- 유전체 편집 고도화 유전자 절단 **정확도·안정성**이 **향상***된 치료용 편집기술 확보
  * 기존 크리스퍼 기술은 DNA 절단 양상이 세포마다 상이하고, 의도하지 않은 위치에서의 절단(Off-Target) 발생 → **초소형·절단영역 최소화** 등 단점 해결 필요
- 유전자 전달 기술 **바이러스 벡터, RNA** 등 **유전물질**의 **세포내 이입** 기술 개발·실증
- 세포치료제 한계 극복 **CAR 기반 치료제**의 **효능 고도화**(고형암 치료, 안전성 개선)와 함께, **세포 유래물질***, **오가노이드** 기반 치료제 등 차세대 기술 개발
  * 엑소좀(세포간 신호전달체), 미토콘드리아(세포내 산화스트레스 관리) 등 세포소기관

중점 투자방향	▸ **유전자 전달체 국산화** 등 민간기업이 활용가능한 **기반기술 확보**에 투자 집중 ▸ **상용화 단계**에서는 **민간**의 전임상 이후 **기술공백 해소**에 **초점**

❸ **(감염병 백신·치료)** 보건안보 위기 시, **글로벌 보건동맹 협업** 下 **100일 내 백신 확보**가 가능한 **조기대응 시스템 구축**

- 첨단 백신개발 플랫폼 **mRNA 백신**의 항원발현에 직결되는 **구조체·전달체** 기술 개발
  * 백신플랫폼 중 암백신 등 타분야 파급효과가 높은 mRNA 기술 중심으로 검토
- 신속 개발·평가기술 감염병 **표적 항원 라이브러리**를 구축하고, 후보물질 대상 **약리·독성 신속평가법**을 통한 **전임상 단계 원스톱 진입 역량 확보**

중점 투자방향	▸ **mRNA** 기반기술 등 **첨단 백신 확보** 목적의 **플랫폼 개발** 및 **임상 지원**과 관련하여 **효율적 투자**를 시행

❹ **(디지털헬스 데이터 분석 활용) 바이오·의료 빅데이터 구축 및 특화 AI 개발로 맞춤형 의료 구현**

- 바이오·의료 빅데이터 구축 한국인 **바이오 빅데이터**(100만명 이상 목표)* 관련 **연구데이터**를 구축하고 **클라우드** 기반 데이터 **처리·분석 인프라 고도화**

  * 국가 통합 바이오 빅데이터 구축 사업 : 77만명 대상 데이터 구축개방 관련 1단계 사업 추진('24~'28)

- 바이오·의료·AI 융합 AI를 활용한 유전체·대사체·단백체 **데이터 분석**을 통해 항체·생체반응·신약후보 도출 등 **바이오 난제해결***에 도전

  * (예시) 생성형 AI 기반 진단·치료 지원, AI기반 항체설계·전임상 결과 예측, 분자세포생물학적 빅데이터 기반 면역반응 예측 등

중점 투자방향	▸**바이오·의료 빅데이터 수집·구축·연계** 지원을 **지속 확대** ▸민간 **수요 기반**의 바이오·의료 **혁신 AI모델** 개발 지원 추진

□ 전략기술 생태계 조성

○ **(핵심인재) 바이오 + AI·데이터 융합 및 바이오 제조생산 전문인력** 집중 양성

- **융복합 학과·특성화대학원***, **생산공정 실습** 등을 지속 추진하고, **첨단재생의료·감염병** 등 **연구·임상** 병행 관련 **MD.-Ph.D. 협력** 강화

  * (사례) KAIST, 바이오·AI·공학 융합형 Engineering Biology 학과 신설('23~),
  서울대, AI연구소+녹십자 목암연구소, AI-BIO 연구인력 양성 프로그램 개설('22)

○ **(국제협력) 주요 연구기관·제약사**와의 **대규모·난제해결형 공동연구** 지원을 확대하고, **합성생물학** 관련 **글로벌 협력 네트워킹*** 및 **국제표준 논의 주도**

※ 국내 의료 인력·빅데이터와 보스턴 바이오클러스터간 협력을 통해 혁신적 진단기술 개발, 의료데이터 활용 공동연구 등을 포함한 "보스턴-코리아 프로젝트" 추진 ('24~)

* '합성생물학 발전협의회'를 통해, 국제바이오파운드리연합(GBA), 美 Agile BioFoundry 등 주요 협력거점과의 협력·공동대응 확대

○ **(제도·인프라) 바이오·의료 데이터**의 **표준화** 및 **공유 촉진***와 함께, 첨단바이오 **우수 연구성과**의 **신속한 시장진입** 위한 **규제과학·오픈 이노베이션 역강화**

* 공공보건의료데이터 연계개방, 국가통합 바이오빅데이터 구축 → **한국인 특유 질환 연구개발 활성화**

- **주요 바이오허브 內 산·학·연·병 협력**을 통한 新기술·제품 **실증, 전후방 기술협력***을 통해 **바이오 딥테크 선도기업 육성 추진** 등

* (국내 바이오벤처) 유효·선도물질 발굴 → (혁신형기업) 추가개발(후보물질 최적화) + 기술사업화 → 해외 임상, 생산공정 고도화를 통한 제품화 또는 Exit 유도

첨단바이오 분야 세부 목표

도전

디지털 융합으로 바이오 연구 한계 극복 → 첨단 의약품은 물론 산업 전반의 바이오 전환 가시화
과학기술 안보화의 중심 → 자국주의 발현 등 리스크 대비 위한 핵심기술 자립 필수

비전

디지털 바이오 융합 선제 대응으로 바이오 제조 강국 도약

중점기술 임무 ('30년)

합성생물학		바이오제조 기간·비용·속도 혁신 (항체 생산효율 10배)	유전자·세포 치료		난치성 질환 치료제 첨단 기반기술 확보 (임상단계 진입)
감염병 백신·치료		글로벌 보건동맹 협업 下 100일 내 백신 확보 조기대응 시스템 구축	디지털헬스데이터 분석·활용		빅데이터 구축 · 특화 AI 개발로 맞춤형 의료 구현

기술확보 목표

① 합성생물학

설계·합성 효율화	빅데이터 기반 바이오부품(대사경로·단백질·유전체) 설계·합성 기술 확보(Design) ▸ 가상세포 등 활용 바이오부품 정밀설계 플랫폼 확보 → 항체 생산효율 10배 향상
고속화·자동화	바이오 제조 주요공정·장비에 AI 로봇 적용 본격화(Build-Test-Learn) ▸ 초고속·초병렬 스크리닝 기술 및 단계별 핵심장비·SW·워크플로 개발/적용 → 연구개발 및 생산과정 전 과정의 효율 5배 증가 목표
생산 스케일업·최적화	산업용 대량생산 (의약/화학소재·대체식품 등) 위한 스케일업 및 소재 생산 최적화 ▸ D-B-T-L 고속수행을 위한 디지털트윈 기반 제조역량 확보

② 유전자·세포 치료

유전체 편집 고도화	Off target 등 기존 유전자 가위의 한계(정밀도, 효율성) 극복 ▸ 특허회피 가능 → 효능/안전성이 개선된 치료용 차세대 유전자가위 원천기술 확보
유전물질전달기술자립화	유전물질 효율적 생체 내 전달(바이러스 벡터, 나노입자 등) 및 RNA 치료기술 확보 ▸ 원천기술 확보에 그치지 않고, GMP 생산 및 임상시험 진입 목표
세포치료제 한계 극복	기존 세포치료제의 독성, 제한적 효능을 극복한 고형암 등 난치병 치료기술 고도화 ▸ CAR 기반 C&GT, 엑소좀 등 세포 유래물질, 오가노이드 기반 치료제 등

③ 감염병 백신·치료

백신 조기확보 역량 내재화	감염병 발생시 100일 내 백신확보를 위한 글로벌 협업 및 대응플랫폼 선제 구축 ▸ 팬데믹 발생 전 대표적 바이러스에 대한 백신 개발 및 전임상 추진 ▸ mRNA 구조체 및 전달체 개발, 항원 라이브러리 구축
백신·치료제 신속 개발·평가	치료제 후보물질 사전 발굴 및 신속한 유효성·안전성 검증 ▸ 약물 라이브러리 구축, 약물재창출 등 후보물질 사전 발굴 및 검증 ▸ 약리·독성 신속평가를 통한 '디지털 전임상 플랫폼' 구축 → 임상시 적용

④ 디지털헬스 데이터 분석·활용

바이오·의료 빅데이터 구축	한국인 바이오 빅데이터* 구축(100만명 이상 목표) 및 클라우드 등 분석 인프라 제공 ▸ 융합연구 위한 한국인 코호트 데이터 구축 및 클라우드 기반 분석플랫폼 정비 * 임상정보, 유전체 정보, 마이크로바이옴 라이프로그, 환경물질 및 생리적·생화학적 특성정보 등
바이오·의료·AI 융합을 통한 난제해결	진단/예측/신약개발 등 바이오·의료 데이터 분석 특화 AI 모델링 고도화 ▸ AI 기반 신약설계 AI, 분자세포 생물학적 빅데이터에 기반한 면역반응 예측 ▸ 생성형 AI, 디지털트윈 등 진단·치료 적용

생태계 구축방안

인재양성

디지털+바이오 융합인력 양성



융합학과/대학원, 재직자 역량강화

바이오 제조생산 전문인력 양성

국제협력

블록버스터 공동연구 확대



글로벌 주요거점 네트워킹 및 국제표준 선점

제도·인프라

주요국 파트너십 강화



데이터 표준화 및 개방 확대



규제과학 고도화 및 오픈이노베이션 지원