

2025

Vol.2



ISSUE REPORT

AI 바이오·의료
R&D 현황과 중소기업의 미래

AI 바이오·의료 R&D 현황과 중소기업의 미래

1. AI 기술과 바이오·의료의 융합
2. AI 바이오 동향
3. AI 바이오·의료 R&D
핵심 기술개발 현황
4. 결론 및 시사점

ISSUE
REPORT

I. AI 기술과 바이오·의료의 융합

① 바이오·의료 혁신의 배경과 오믹스 기술 발전

■ 차세대 염기서열 분석기술(NGS)의 도입은 바이오·의료 분야에 데이터 기반 혁신을 촉진하며 정밀의료 시대를 앞당김

- 인공지능(AI)은 현대 산업 전반에 파급력 있는 기술로 자리 잡았으며, 바이오·의료 분야 역시 예외 없이 AI의 영향력 하에 급격한 전환을 겪고 있음
- 바이오·의료 산업은 1950년대 DNA의 이중나선 구조 발견을 기점으로 분자생물학의 발전을 거듭해왔고, 2000년대에 들어 인간 유전체 지도의 완성과 함께 기술 혁신의 정점에 도달
- 특히, 고속 대용량 분석이 가능한 차세대 염기서열 분석 기술(Next Generation Sequencing: NGS)의 등장은 과거 수년이 걸리던 유전체(genome) 분석을 한 달 내 완료할 수 있도록 하며, 개인 유전체 분석도 단기간에 저렴한 비용으로 수행할 수 있는 환경을 마련
- 이러한 기술적 진보는 바이오 연구의 패러다임을 바꾸는 대변혁으로 작용하며, 개인 맞춤형 진단 및 치료 기반 기술의 대중화를 촉진하는 핵심 기반이 되고 있음

■ 차세대 염기서열 분석 기술은 희귀질환 진단 및 암 치료 등 정밀의료 구현의 핵심 기반으로 자리잡으며 유전체학 발전을 견인

- NGS 기술은 단순 유전체 해독을 넘어 바이오 전 분야에 폭넓게 활용되고 있으며, 의료 분야에서는 특히 희귀질환 환자의 유전적 원인 분석이나 특정 암 환자의 돌연변이 탐지에 사용되어, 환자 맞춤형 치료를 가능케 하는 수준까지 진화
- 이러한 정밀 분석 기반 기술은 유전체 정보를 활용하는 '유전체학(Genomics)'이라는 분야를 급속히 발전시켰으며, 개별 환자의 유전자 특성을 반영한 치료 전략 수립을 가능하게 함
- 또한, NGS 기술은 유전자의 염기서열뿐 아니라 유전자의 발현량을 정량적으로 분석하는 '전사체(Transcriptome)' 분석으로까지 확장되어, 질병 발생 메커니즘 이해와 예후 분석 등에도 활용되고 있음

■ 단백질 분석 기술의 발전은 생명현상의 복합적 이해를 가능케 하며, 오믹스(Omics) 기반의 통합 바이오 데이터 체계를 형성

- 차세대 염기서열 분석의 확산과 더불어, 질량분석기(Mass Spectrophotometer) 기술의 도입은 바이오 분석의 또 다른 전환점을 마련
- 과거 단일 단백질 발현 분석에 머물렀던 기술은 이제 수백~수천 개의 단백질 발현량을 동시에 분석할 수 있는 수준으로 고도화되었으며, 이는 단백질체(Proteomics)라는 새로운 연구영역의 탄생으로 이어짐

- 유전체(Genomics), 전사체(Transcriptomics), 단백질체(Proteomics) 등 생물학적 정보 단위를 통합하여 '오믹스(Omics)'로 정의하게 되었고, 이를 통해 생명현상을 다차원적으로 이해하고 분석하는 체계가 구축됨
- 오믹스 기반 연구는 방대한 생체 정보를 생산·저장·공유하는 데이터 인프라의 중요성을 강조하게 되었으며, AI 기반 분석기술과 결합하여 차세대 바이오 혁신의 기반으로 작용

■ 오믹스 기술과 인공지능(AI)의 융합은 바이오·의료 산업의 신약 개발과 맞춤형의료에 새로운 혁신 패러다임을 제시

- 유전체학, 분자생물학, 바이오인포매틱스 등 첨단 생명과학 기술이 집약된 오믹스 기술은 인류의 건강 문제 해결을 목표로 지속적인 진화를 거듭해왔으며, 질병의 원인을 정밀하게 분석하고 치료법을 맞춤화하는 기반이 됨
- 이러한 기술 기반 위에서 인공지능(AI)의 등장은 바이오·의료 산업 전반에 구조적 혁신을 가져오는 결정적 계기로 작용
- AI는 대규모 생물학 데이터를 정밀 분석하고 신약 후보물질을 예측하는 데 특화되어 있어, 기존의 복잡하고 장기화된 연구 개발 프로세스를 획기적으로 단축
- 특히, AI의 활용은 기존 실험 기반 분석이 어려웠던 정밀의료, 질병 진단, 신약 설계 분야에서 새로운 연구 접근법을 가능하게 하며, 바이오산업의 4차 산업혁명 진입을 가속화하고 있음

② AI 기술 도입과 바이오 연구 패러다임의 전환

■ 인공지능(AI)은 복잡하고 예측이 어려운 바이오 연구의 한계를 극복할 수 있는 핵심 기술로 부상

- 바이오 연구는 생명 시스템의 복잡성과 예측 불가능성으로 인해 전통적으로 노동집약적이고 실험 중심의 방식에 의존해왔으며, 이로 인해 연구 기간의 장기화, 높은 비용, 낮은 성공률이라는 구조적 한계를 안고 있었음
- 이러한 한계를 극복하기 위해 인공지능 기술이 주목받고 있으며, AI는 대규모 생물학 데이터를 빠르고 정밀하게 처리하고, 사람이 놓치기 쉬운 패턴을 탐지하는 데 강점을 보유
- 대표적 사례로, 2018년 구글 딥마인드가 발표한 '알파폴드(AlphaFold)'는 수년이 걸리던 단백질의 3차원 구조 예측을 며칠 만에 수행함으로써 생명공학계에 큰 반향을 일으킴
- 최근에는 LLM(Large Language Model)과 생성형 AI의 발전으로 AI는 단순한 연구 보조 도구를 넘어 R&D 설계, 신약 후보군 탐색, 임상 데이터 분석 등 산업 전반에서 혁신을 주도하는 중심 기술로 자리매김하고 있음

■ 인공지능(AI)은 바이오·의료 R&D의 기존 패러다임을 전환하며 임상 및 진단·치료 과정의 효율성과 정확성을 획기적으로 향상

- AI는 전통적인 연구개발 방식과 임상 절차, 진단 시스템, 치료 계획 수립 과정에 혁신을 불러오며, 바이오·의료 분야 전반의 근본적인 구조 변화를 이끌고 있음
- 기존에는 사람의 판단에 의존하던 환자 진단 및 치료 결정이 AI의 정밀 분석을 통해 데이터 기반 의사결정으로 전환되고 있으며, 이는 진단의 정확도와 치료 효율성 모두를 크게 높이는 결과로 이어짐
- 특히 AI는 전자건강기록(EHR), 유전체 정보, 의료영상 데이터 등 다양한 유형의 방대한 의료 데이터를 신속하고 정확하게 처리하여, 사람의 능력으로는 도달하기 어려운 분석 결과를 도출
- 더 나아가, AI는 이 데이터 분석을 기반으로 환자 개별 상황에 맞는 최적의 진단 경로와 치료 방안을 제시할 수 있는 수준에 도달하며, 정밀의료 실현의 핵심 도구로 자리잡고 있음

③ 인공지능 바이오 시장의 성장 가능성과 중소기업의 역할

■ 인공지능 기반 바이오·의료 시장은 급속히 확대 중이며, 창의성과 기술 중심의 전략이 중소·스타트업의 경쟁력으로 부상

- 글로벌 시장조사기관 MarketsandMarkets에 따르면, 인공지능이 적용된 바이오·의료 시장은 2020년 약 45억 달러에서 2030년 약 450억 달러 규모로 10배 이상 성장할 것으로 전망됨
- 이러한 시장 급성장 속에서 대규모 자본이나 인프라보다는 빠른 기획력, 기술 중심의 문제 해결 역량, 창의적 솔루션을 보유한 기업들이 시장 선도 기회를 얻게 될 가능성이 큼
- 특히 희귀질환 치료, 개인 맞춤형 진단 및 치료, 디지털 치료제(DTx) 등은 표준화된 공정보다 창의적 알고리즘 개발과 데이터 기반 의사결정 기술이 핵심 경쟁력으로 작용
- 실제로 글로벌 AI 기반 바이오 스타트업들은 신속한 프로토타입 개발과 실험 데이터 축적을 통해 신약 개발 기간과 비용을 획기적으로 단축시키며 빠르게 시장에 진입 중
- 이는 창의성과 AI 기술력을 기반으로 한 중소기업 및 스타트업의 차별화 전략이 대기업 중심의 기존 의료산업 구조를 재편할 수 있는 가능성을 보여주는 사례로 평가됨

■ 인공지능 기술은 바이오·의료 산업에 새로운 이정표를 제시하며, 중소기업의 민첩성과 창의성이 시장 기회의 열쇠로 부상

- 인공지능 기술의 접목은 바이오·의료 분야의 구조적 변화를 이끄는 핵심 동력으로 작용하고 있으며, 기술 기반의 패러다임 전환이 가속화되는 국면에서 기업의 전략적 대응 역량이 성패를 가름
- 특히 중소기업은 변화에 빠르게 대응할 수 있는 민첩성, 유연성, 그리고 창의성을 강점으로 보유하고 있어, 대기업 대비 새로운 기술 환경에 더 기민하게 적응할 수 있는 위치에 있음
- 이제는 단순한 추격자 전략을 넘어, 인공지능 기반 솔루션을 조기에 개발하고 시장에 선제적으로 진입하는 방식의 기술 리더십 확보가 중소기업 성공의 결정적 요인
- 바이오·의료 AI 분야에서 새로운 기회를 포착하기 위해서는 기술 내재화뿐 아니라 데이터 활용 전략, 알고리즘 기반 서비스 기획, 규제 대응 등 다방면의 혁신 노력이 요구됨
- 변화의 물결 속에서 과감히 도전하고 적극적으로 기술을 내재화한 중소기업만이, AI 기반 바이오·의료 산업에서 새로운 성공 모델을 창출할 수 있을 것임

■ 인공지능 시대의 기회와 함께, 중소기업이 극복해야 할 현실적 제약과 과제 또한 병존

- 바이오·의료 산업에서 AI 기술의 활용 가능성이 급격히 확대되고 있지만, 중소기업에게는 이를 실현하기 위한 여러 장애요인이 여전히 존재
- AI 개발 및 학습에 필수적인 바이오·의료 데이터에 대한 접근성이 제한적이며, 공공 데이터 개방 및 민간 데이터 공유 체계가 아직 미흡
- 중소기업은 AI 및 바이오 융합 기술을 다룰 수 있는 전문 인력 확보에 어려움을 겪고 있으며, 고급 인력 수급 불균형이 기술 내재화의 걸림돌로 작용
- 규제 환경은 여전히 복잡하고 절차 중심으로 구성되어 있어, 신속한 기술 개발 및 상용화를 저해하고 있으며, 특히 AI 기반 신약개발의 경우 임상시험 단계에서 막대한 비용과 시간이 소요
- 이러한 제약요인을 극복하기 위해 중소기업은 단순 기술도입을 넘어서, 장기적인 전략 수립과 단계별 실행 계획 수립을 병행해야 하며, 정부 및 민간의 협력 네트워크 활용도 적극적으로 고려할 필요
- AI 바이오 분야는 무한한 가능성을 품고 있지만, 성공을 위해서는 과학적 역량뿐만 아니라 제도적 이해, 인적 자원 확보, 데이터 전략 등 다층적 준비가 필수적임

■ 국내 중소기업의 인공지능(AI) 도입률은 여전히 낮은 수준이며, AI 기반 바이오·의료 시장 진입을 위한 기반 마련이 시급

- 한국 산업연구원(KIET)의 조사에 따르면, 국내 전체 기업의 인공지능 활용 비중은 2022년 4.5%, 2023년 6.3%에 그치는 등 아직 산업 전반에서의 AI 도입이 초기 단계에 머무르고 있음
- 업종별로는 정보통신업(19%)과 금융보험업(10.6%)의 활용률이 상대적으로 높았으나, 제조업과 도소매업은 2%대에 불과할 정도로 활용 수준이 낮은 것으로 나타남
- 특히 AI 도입 기업의 91.7%가 대기업이며, 중소기업의 AI 활용률은 극히 낮아 바이오·의료 분야의 혁신 흐름에 효과적으로 대응하지 못하고 있는 실정
- 이는 인공지능이 산업 구조를 빠르게 재편하고 있는 시대적 전환점에서, 중소기업이 기술 기반 경쟁력 확보에 있어 상대적으로 뒤처지고 있다는 방증이며, 정책적·제도적 지원과 자발적 혁신 역량 확보가 절실한 상황
- AI 기반 바이오 기술이 고부가가치 산업으로 성장하고 있는 지금, 중소기업의 디지털 전환과 기술 내재화를 위한 실질적 실행 전략이 필요함

■ 중소기업의 인공지능(AI) 도입은 한국뿐만 아니라 글로벌 차원에서도 낮은 수준이며, 산업별 편차가 존재

- 우리나라 중소기업의 인공지능 활용률이 낮다는 점은 사실이지만, 이는 비단 한국만의 문제가 아니며 글로벌 중소기업 전반의 공통된 과제로 나타나고 있음
- 미국 경제정책연구소의 조사 결과에 따르면, 미국 중소기업의 AI 도입률은 3.9%에 불과하며, 제조업 분야는 2.8%로 한국과 유사한 수준임
- 반면, 미국 내 전문 과학기술 서비스 분야는 9.1%, 의료 및 사회 지원 분야는 5.0%로 비교적 높은 AI 도입률을 기록, 산업 특성에 따라 AI 수용 속도가 상이함
- 이는 AI 도입이 단순한 기술 보급을 넘어, 산업별 데이터 활용도, 인력 구성, 기술 융합 가능성 등 구조적 요인에 따라 결정된다는 점을 시사
- 한국 중소기업도 이러한 글로벌 동향을 참고해 산업 특화형 AI 전략 수립과 활용 분야 선별을 통해 점진적으로 기술 도입을 확대할 필요가 있음

II. AI 바이오 동향

① 글로벌 AI 바이오 산업 및 정책 동향

- **글로벌 AI 바이오 시장은 빠른 성장세를 보이며, 미국·EU·중국 등 주요국은 데이터 및 인프라 구축에 전방위적 투자를 확대**
 - 해외 시장조사에 따르면, 글로벌 AI 바이오 시장은 2029년까지 약 77.5억 달러 규모로 성장할 전망이며, 이는 연평균 19.1%의 높은 성장률을 기록할 것으로 예상됨
 - 이러한 성장세 속에서 주요 선진국들은 AI 바이오의 전략적 중요성을 인식하고, 고품질 바이오 데이터베이스 구축, AI 기반 바이오 연구·제조 인프라 확충 등 다방면의 정책 지원을 강화
 - 특히 미국은 세계 AI 기술 선도국답게 정부와 민간을 아우르는 대규모 투자를 지속해왔으며, 2023년 기준 미국의 전체 AI 투자액은 약 874억 달러로 2015년 대비 4배 이상 증가
 - 이 수치는 전 세계 AI 투자액의 절반 이상을 차지하며, EU(약 10%), 중국(약 10%)과 함께 전 세계 AI 투자의 80%를 점유하는 강력한 기술 주도권을 형성
 - 주요국의 이러한 전략은 단순한 기술 개발을 넘어, 산업 경쟁력 확보와 차세대 바이오 시장 선점을 위한 포괄적 기술 정책 생태계 조성으로 이어지고 있음
- **미국은 정부·민간의 막대한 투자와 전략적 협업을 기반으로 AI 세계 시장을 선도하고 있으며, 특히 바이오·의료 분야에서 독보적 입지를 강화**
 - 미국 정부의 인공지능 R&D 예산은 약 31억 달러(한화 약 4조 원)에 달하며, 이를 통해 생성형 AI, AI 기반 신약 개발, AI 헬스케어 등 고부가가치 기술 분야에서 글로벌 선도국으로 자리매김
 - 정부뿐만 아니라 민간 부문에서도 AI의 전략적 중요성에 대한 인식이 높아지며, 소프트웨어 개발, 데이터 분석 도구, 데이터센터 인프라 등에 대한 활발한 투자가 이어지고 있음
 - 특히 2022년 생성형 AI 챗봇 'ChatGPT'의 출시는 전 세계적으로 AI 기술의 가능성과 충격을 동시에 안긴 사건으로 평가되며, 이후 AI 인프라 투자에 대한 관심이 폭발적으로 증가
 - OpenAI는 SoftBank, Oracle과 협력하여 2025년 인공지능 슈퍼컴퓨팅 인프라 구축 프로젝트 'Stargate LLC'를 출범시켰고, 2029년까지 최대 5천억 달러 규모의 데이터센터 투자 계획을 발표
 - 이러한 민관 협력 기반의 전략은 AI 기술력 확보를 넘어, 바이오·의료 등 산업 전반의 기술 패권 경쟁에서 미국의 리더십을 공고히 하는 핵심 원동력으로 작용하고 있음

■ 중국은 정부 주도의 대규모 투자를 통해 AI 분야에서 빠르게 부상하고 있으며, 생성형 AI 기술에서도 독자적 경쟁력을 확보 중

- 최근 중국은 인공지능을 차세대 국가 핵심 산업으로 판단하고 전략적 기술자립과 세계시장 주도권 확보를 목표로 막대한 예산을 투입 중
- 중국의 AI 투자 특징은 민간 주도보다는 정부 주도의 투자 비중이 압도적으로 높다는 점이며, 이는 전 세계 주요 국가 중 가장 높은 수준으로 평가됨
- 중국 정부는 약 260조 원 규모의 예산을 투입해 슈퍼컴퓨터, 데이터센터 등을 포함한 AI 기반 '신형 인프라' 구축 계획을 발표하였으며, 기술 인프라 확보를 통한 AI 생태계 고도화에 주력
- 이러한 정부 주도 전략 아래 중국은 생성형 AI 분야에서도 경쟁력을 확보하고 있으며, 실제로 비교적 낮은 비용으로 개발된 '딥시크(DeepSeek)'는 중국판 ChatGPT로 주목받고 있음
- 중국의 사례는 국가 전략 차원의 집중 투자와 기술 자립 노력이 결합될 경우, 단기간 내 AI 핵심 기술 확보가 가능함을 보여주는 대표적 모델로 평가됨

■ EU는 미국과 중국에 비해 뒤처진 AI 기술력과 인프라를 극복하기 위해 범유럽 차원의 대규모 투자와 생태계 조성에 나섬

- 유럽연합(EU)은 AI 분야에서 기술력과 인프라 면에서 미국과 중국에 비해 상대적으로 뒤처져 있다는 평가를 받아왔으며, 이를 극복하기 위해 공동 투자와 범유럽 기술 연계를 강화 중
- 유럽 전역에 슈퍼컴퓨팅 및 양자컴퓨팅 기반의 첨단 인프라 생태계를 조성하기 위해 20억 유로 규모의 'EuroHPC JU(고성능컴퓨팅 공동사업)'를 론칭하고, 고성능 AI 인프라 구축에 본격 착수
- 더불어 2021~2027년간 총 955억 유로(약 140조 원)를 투입하는 세계 최대 규모의 다자간 연구·혁신 프로그램인 '호라이즌 유럽(Horizon Europe)'을 통해 AI, 데이터, 로봇 등 첨단기술 분야에 집중 투자
- AI·데이터·로봇 산업 협의체인 ADRA Association을 중심으로 민관 협력을 강화하고 있으며, 이를 통해 AI 기반 바이오·의료, 에너지, 제조 등 전략 산업 전반에서 기술 자립과 경쟁력 회복을 도모
- 이러한 EU의 전략은 기술 격차 해소와 동시에, 윤리·신뢰 기반의 AI 규제 모델을 선도하려는 정책적 의도와 결합되어 AI 산업의 지속가능한 성장을 추구하고 있음

■ **일본은 AI 기술력 격차 해소를 위해 정부 주도 하에 전략적 파트너십 및 연구 거점 중심의 AI R&D 역량 강화에 집중**

- 일본은 미국, 중국, EU에 비해 AI 분야 기술력이 뒤처져 있다는 위기의식을 바탕으로, 정부 주도로 인공지능 분야에 대한 R&D 투자를 확대하고 있음
- 2022년 기준 일본 정부는 약 933억 엔의 예산을 AI 분야에 집행했으며, 특히 미국과의 전략적 기술 협력을 통해 글로벌 경쟁력 확보에 주력
- AI 연구 거점으로는 산업기술종합연구소(AIST)의 인공지능연구센터(AIRC), RIKEN의 혁신지능 통합연구센터(AIP), 정보통신연구기구(NICT)가 핵심축을 담당하며, 경제산업성(METI), 문부 과학성(MEXT), 총무성(MIC) 등 주요 부처가 연계된 국가 차원의 AI 연구 네트워크를 구축
- 특히 생성형 AI 활용에 있어 후발주자였던 일본은 2024년 2월부터 'GENIAC(Generative AI Accelerator Challenge)' 프로젝트를 본격 추진하며 대응
- GENIAC 프로젝트는 AI 개발 스타트업 ABEJA, 전 구글 출신이 설립한 사카나 AI 등 5개 기업과 도쿄대 등 7개 기관을 선정하여, 글로벌 AI 솔루션을 무료로 제공하고 자국산 생성형 AI 생태계 조성을 목표로 함
- 일본의 이러한 움직임은 늦은 출발에도 불구하고 정부-산학연 협력 기반의 집중 투자와 글로벌 협업 전략을 통해 기술 격차를 좁히려는 시도로 평가됨

■ **인공지능(AI)은 바이오·의료 산업 전반에 걸쳐 정밀의료 중심의 구조적 변화를 일으키며, 산업 고도화를 이끄는 핵심기술로 부상**

- AI 기술의 급속한 발전은 의료영상 분석, 신약개발, 환자 모니터링, 개인 맞춤형 치료 등 바이오·의료 전 영역에서 핵심 역할을 수행하고 있으며, 의료 서비스의 정밀화·고도화에 직접적으로 기여
- 차세대 염기서열 분석(NGS)과 질량분석기(Mass-Spectrometry) 기술이 상용화되면서 유전체, 전사체, 단백질체 데이터를 포함한 오믹스(omics) 기반 바이오 데이터가 폭발적으로 증가
- 이러한 데이터 폭증은 질병 조기진단 및 환자 맞춤형 치료 수요 증가로 이어졌으며, AI는 방대한 데이터를 분석하고 임상적 의미를 도출하는 데 최적의 도구로 기능
- 특히 머신러닝(machine learning), 딥러닝(deep learning), 생성형 AI(Generative AI) 등 기존에는 컴퓨터 과학 분야의 전문 기술로 여겨지던 알고리즘들이, 이제는 의료영상 판독, 신약후보물질 탐색, 전자건강기록(EHR) 분석 등 바이오 현장에서 필수 기술로 적용되고 있음
- AI 기술은 단순한 효율 향상을 넘어, 질병 예측 정밀도 향상, 신약개발 시간 단축, 의료 자원의 최적 분배 등 의료 체계 전반에 획기적인 혁신을 불러오는 중

② 국내 AI 산업 및 정책 동향

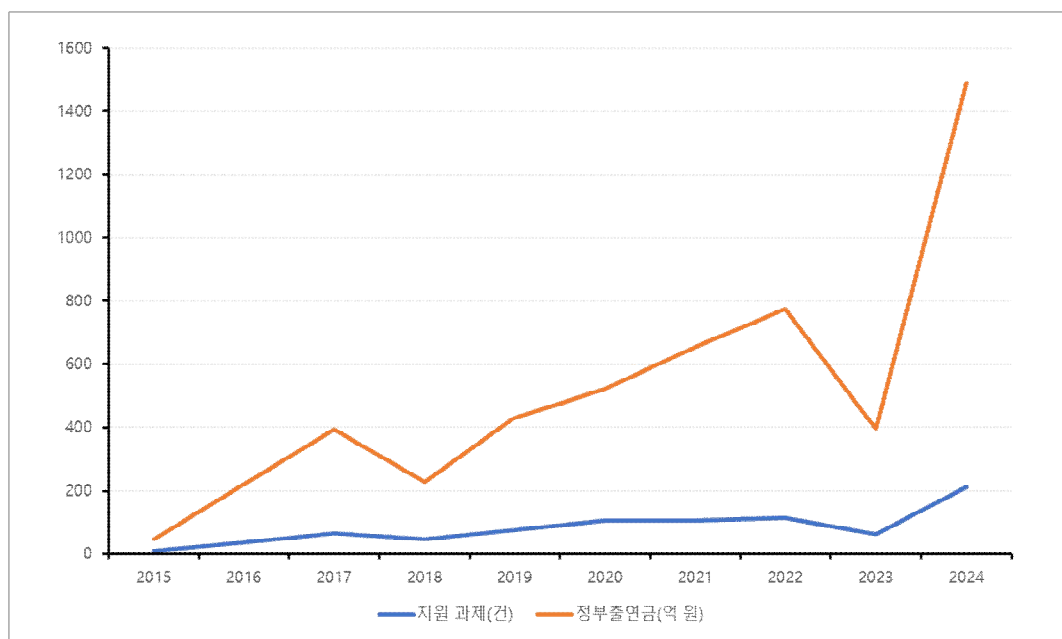
- **국내 정부의 AI 바이오 R&D 투자규모는 2024년 881억 원 수준으로, 전체 바이오 R&D 투자규모인 5조 원에 비해 비중이 낮은 수준**
 - 국내에서도 인공지능에 관한 연구는 꾸준히 학계에서 이루어져 왔으나, 2016년 구글 딥마인드의 인공지능 ‘알파고’가 대한민국의 ‘천재 기사’ 이세돌 9단과 대국을 벌이게 된 이후 인공지능의 중요성이 국민적으로 대두
 - 당시까지 바둑은 인공지능으로 절대 풀 수 없는 신비의 영역이었다면, 알파고 이후에는 인공지능이 인간의 두뇌를 뛰어넘는 경이로운 존재가 될 수 있다는 우려와 인식이 자리매김
- **AI의 산업적 중요성에 대한 인식이 확대되면서 정부 각 부처는 AI R&D 생태계 기반 마련과 관련 산업 생태계 조성에 노력**
 - 우리나라 정부도 알파고 이후에 국가적으로도 인공지능에 대한 투자가 필요하다고 판단을 하면서, 인공지능 인재 양성 등 다양한 인공지능 분야 정책과 R&D 투자가 이루어지게 됨
 - 아직 미국과 같은 AI 강대국과 경쟁하고 글로벌 AI 주도권 선점에는 부족하지만, 향후 AI 국가 경쟁력 강화라는 캐치프레이즈 아래 꾸준히 노력
- **중기부 역시 2016년 이후에 인공지능이 산업에 미치는 중요성을 인식하고, 2019년 ‘제2회 중소벤처기업 미래포럼(바이오헬스 분야)’를 개최**
 - ‘바이오와 AI(인공지능)의 만남’과 ‘바이오 스타트업의 글로벌 진출’을 주제로 정하였고, AI에 기반한 데이터 융합을 통한 새로운 제품과 서비스 개발이 바이오헬스 산업이 나아갈 길임을 제시
 - 2024년에는 ‘2024 중소기업 혁신 네트워크 토론회(포럼)’을 개최하면서, “인공지능 전환(AI)시대, 미래를 선도할 중소벤처 국제적(글로벌) 연구개발(R&D) 혁신전략”이라는 주제로 인공지능(AI), 탄소중립, 바이오, 반도체 등 분야별 전략·정책 추진 방향을 발표
- **인공지능이 산업의 핵심이 되면서 AI와 관련하여 법과 제도가 마련되고, 헬스케어 산업 등 진단과 치료 분야에서 AI를 활용한 플랫폼 구축**
 - 2024년부터는 본격적으로 정부차원에서 3대 게임체인저 분야인 AI, 양자, 첨단바이오통계심으로 AI 시대의 준비를 위한 R&D 투자가 이루어짐
 - 특히, AI 시대의 국가정책은 우리나라의 핵심 산업인 반도체와 디스플레이, 그리고 자동차 중심의 IT 산업 특성과 맞물려서 AI 기반의 자율제조 랩을 비롯하여 제조 경쟁력을 강화하고, 앞으로 국가전략분야인 바이오·의료산업에도 AI 적용이 원활하도록 기술적 기반 마련 필요

③ 국내 인공지능 바이오·의료 R&D 현황

■ 국가 AI 관련 R&D 사업 자원이 2015년까지는 미비하다가 2016년 36건 이상의 인공지능 관련 R&D 과제에 대해 총 정부출연금 220억 원을 넘기면서부터 증감률 369%의 과감한 투자가 시작

- 2025년 한국산업기술기획평가원에서 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 ‘인공지능’을 키워드로 하여 인공지능 분야에 R&D 지원 현황을 연도별로 분석하였으며 당시에 산업부 관련 과제에 국한되었지만, 인공지능 관련 지원 과제는 총 846건으로 조사되었고, 이를 R&D 예산으로 계산하면, 총 정부출연금은 1조 5,290억 원 수준
- 인공지능 R&D 지원 규모가 급격히 커지는 변곡점이 하나 더 있는데, 2024년 인공지능 분야 국가 R&D 투자가 전년과 비교해 212%가 확대되었는데 이는 2022년 11월 ChatGTP의 공개 시기와 일치
- 이는 정부가 향후 모든 산업에 적용될 인공지능 분야가 세계 수준에 비해 낮다는 심각성을 인식하였다는 긍정적인 점이기도 하고, 향후 인공지능 분야의 R&D 투자의 지속적인 확대가 예상되어 다행으로 생각되기도 하지만, 반대로 생각하면, 정부가 그동안 인공지능 분야의 과감하고 꾸준한 R&D 투자 확대를 통한 국가의 인공지능 분야 역량을 강화해오지 않았다는 뼈아픈 반성일 수도 있고, 평소에 R&D 투자에는 소극적이면서 사회적인 이슈로 논란이 되는 상황에만 민감하게 반응한다는 반증임

[연도별 인공지능 분야 R&D 지원 현황]



* 연도별 인공지능 관련 산업기술 R&D 지원 현황: KETI 자료 재구성

■ 국가 차원의 인공지능 분야 R&D 지원 방침은 2016년 이전부터 시작

- 2000년대 초반의 ICT 인프라 구축이 우리나라를 IT 강국으로 발전시키는 데 발판을 마련했다면, 앞으로는 정부 3.0의 핵심 동력(growth-engine)으로 빅데이터를 육성하겠다는 비전과 5대 전략을 발표
- 5대 전략으로는 (1) 의료와 건강, 과학기술, 정보보안, 제조, 소비와 거래, 교통 및 물류 등 6대 유망업종에 빅데이터 활용 프로젝트 추진, (2) 7대 핵심 원천기술 개발(데이터 가상화 기술, 분산 및 병렬 처리 기술, 데이터 클라우드 플랫폼, 대용량 비정형 이미지 분석 기술, 대규모 시뮬레이션 및 스캐닝 시스템, 차세대 슈퍼컴퓨팅 기술, 개인정보보호 기술)과 5천 명 빅데이터 전문인력 양성, (3) 빅데이터 관련 법제도 정비(DB 산업진흥법 제정, 개인정보 활용 가이드 마련), (4) 빅데이터 관련 업종 내 상호협력 협의체 구성 및 운영, (5) 데이터 전문기업 육성 및 공동브랜드화를 통한 해외 진출 지원 등이 포함

■ 빅데이터의 구축은 AI의 출현이 가능한 환경을 만들어주기 때문에 빅데이터는 인공지능과 떼려 뜨려 놓고는 생각할 수 없는 불가분의 관계

- 2014년 구글이 영국 스타트업인 딥마인드 인수를 한 이유도 빅데이터를 활용한 산업적 가치의 중요성을 인식하고, 향후 빅데이터의 증대를 예측한 이유가 크고, 또한 빅데이터를 활용하려는 방안으로 인공지능을 개발하는데 노력한 결과, 알파고와 chatGPT의 개발이 이루어졌다고 보는 것이 타당
- 따라서, 우리나라가 빅데이터 구축의 중요성을 인식하고 R&D 투자를 시작한 것은 매우 중요한 변곡점임

■ 2016년 이후로 바이오·의료 분야에서 인공지능 R&D가 차지하는 예산이 꾸준히 증가

- 2016년 이후의 인공지능 R&D 투자는 전체 예산의 80% 정도가 기계·소재나 전기·전자 그리고 지식서비스에 중점적으로 투자가 되었고, 바이오·의료의 경우에는 10% 정도에 그침
- 2019년부터는 의료에 중점적으로 인공지능 기술이 접목되며 발전을 가속화하고 있으며, 대표적인 사례가 인공지능 기반의 헬스케어 데이터를 활용한 건강 관리 플랫폼이나, 인공지능을 활용한 영상데이터 판독과 이를 기반으로 한 영상진단 기술개발 플랫폼, 그리고 인공지능 기술을 활용한 빅데이터 구축과 관리 및 맞춤형 진단과 치료까지 인공지능 분야의 성과가 두드러짐

■ **의료데이터 인공지능 플랫폼의 국내 기술개발이 필요하며, 국내 자체 거대 언어모델(LLM) 개발이나 생성형 AI 모델 등 인공지능 분야 기술 확보가 시급**

- 의료데이터는 방대한 자료이기 때문에 거대언어모델(Large Language Model, LLM) 기술을 활용하여 디지털 의료시스템으로 발전하고 있지만, 여전히 우리나라의 의료시스템은 병원별로 폐쇄된 비공개구조로 되어 있음
- 물론 의료 분야는 건강과 질병에 관련된 데이터이고 개인정보 노출에 민감하기 때문이기도 하지만, 무엇보다도 의료데이터의 소유권이 담당 의사에 있다고 생각하는 인식도 크게 작용
- 다만, 인공지능 기술은 현재 미국과 중국, 유럽이 독점하고 있는데, 이러한 플랫폼을 국내 의료데이터 분석에 사용한다면, 오히려 보안에 심각한 우려가 될 수 있음

■ **2024년, 대통령을 위원장으로 하는 국가바이오위원회와 국가인공지능 위원회 출범**

- 2024년 4월에 정부는 선제적으로 '첨단바이오 이니셔티브'를 발표하였으며, 첨단바이오 분야는 국가가 선정한 '3대 게임체인저 기술'인 인공지능·반도체, 양자, 첨단바이오에 포함
- 주요 내용은 기존의 혁신 기반 기술과 고품질 데이터를 결합하여 디지털 바이오를 육성하고, 바이오 기반 소재·제조 산업을 육성하기 위한 것이라고 발표
- 보도자료에서 정부는 첨단바이오 이니셔티브를 통해 경제 성장뿐 아니라 의료 혁신, 기후변화·식량부족·감염병 대응 등 체감할 수 있는 성과를 만들겠다는 구상을 밝힘
- 첨단바이오 이니셔티브의 핵심은 바이오 빅데이터를 지속 확보하고, 이렇게 모인 데이터를 인공지능을 활용하여 바이오 기술, 정보 기술(IT)과 접목함으로써 인공지능(AI) 신약 개발이나 AI 유전체 변이 예측 플랫폼 개발과 바이오분자컴퓨터 개발 등에 투자하는 것임
- 또한, 바이오 제조 분야에서는 박테리아 등을 활용한 유용 물질 생산에 활용하는 '합성생물학' 기술이 바이오산업의 핵심이 될 수 있도록 고속·자동화 실험이 가능한 바이오파운드리를 구축
- 이외에도 차세대 유전자가위 개발, mRNA 백신 플랫폼 기술, 맞춤형 정밀 치료제 개발, 인공지능 기반 차세대 디지털 헬스케어 기기 개발, 재생 및 역노화 기술개발, 생분해성 플라스틱 기술개발, 바이오 디젤 및 인공광합성 기술개발 등이 포함

■ 국가바이오위원회와 국가인공지능위원회의 큰 두 축이 출범함으로써, 인공지능 기반의 바이오·의료 분야에 정부 R&D 투자 및 정책 수립 시작

- 국가바이오위원회는 바이오산업의 국가 전략을 총괄하는 위원회로 2025년 1월 '드넓은 가능성의 신대륙, 첨단바이오 시대 개막'이라는 슬로건으로 정식 출범하였으며, 정부는 「대한민국 바이오 대전환 전략」을 발표하고, “반도체·자동차 등 제조업 중심 경제로 국민소득 3만 달러 시대를 연 대한민국이 한 단계 더 도약하기 위해서는 새로운 경제 동력원으로 바이오산업 육성하겠다”는 비전을 제시
- 또한, 클러스터 연계 신규 일자리 1만 개 창출, AI 기술 융합으로 기간·비용 절반 단축, 1조 원 규모 민관 펀드 조성, CDMO 생산·매출 세계 1위 달성 등을 목표로 범부처 협력이 가속화될 전망
- 국가인공지능위원회는 대통령을 위원장으로 하는 인공지능 정책 수립의 구심점으로 인공지능 산업의 국가 전략을 총괄하는 위원회로 2024년 9월 ‘인공지능 대전환, 도약하는 대한민국’이라는 슬로건으로 출범
- 또한, ‘AI 3대 강국 도약’이라는 원대한 비전과 함께, 정부는 「국가 AI 전략 정책방향」을 통해 AI가 국가 역량과 경제 성장을 좌우하고 경제, 안보의 핵심이 되는 시대에 AI기술 및 주도권 선점을 목표로 하고, 산업과 사회 전반에 AI 전환을 촉진해 민간의 인공지능 분야 투자 확대를 목표

4 인공지능 생명과학(AI 바이오) 확산전략

- 정부는 2025년 4월 과학기술정보통신부 장관 주재로 생명공학 종합정책 심의회를 개최하였고, ‘인공지능을 활용한 생명과학 연구개발(바이오 R&D) 혁신을 위해 인공지능 생명과학(AI 바이오) 확산전략’을 발표
 - 그동안 정부가 국가인공지능위원회의 「국가 AI 전략 정책방향」과 국가바이오위원회의 「대한민국 바이오 대전환 전략」을 통해 AI 등 디지털 기술의 바이오 확산을 위한 정책 방향을 제안하였다면, 이번 「AI 바이오 확산전략」은 AI 바이오 융합을 통한 혁신을 더욱 가속화하기 위해 관계부처 합동으로 발표
 - AI 바이오 확산전략의 내용은 최근에 특히 빠르게 발전하는 AI 기술이 바이오 연구에 접목되는 것이며, 전통적으로 노동집약적인 실험방식의 바이오·의료 분야 연구가 실험 위주의 연구로 장기간이 소요되고 고비용이 발생하며, 결과의 불확실성을 가지고 있었다면, AI 기술은 이러한 기간과 비용과 불확실성의 한계를 극복하는 열쇠가 될 것으로 기대
 - 따라서, AI 기술과 첨단바이오 연구의 융합 확산을 통해 혁신적 성과 창출을 가속화하는 방안이 「AI 바이오 확산전략」에 담겼으며, 정부는 핵심기술 확보 및 AI 바이오 생태계 조성을 적극적으로 지원
- 바이오·의료 분야의 대표적 특성 중 하나는 대규모 데이터를 생산한다는 것, 이에 따라 빅데이터 분석은 연구 과정에서 병목현상 발생이 빈번
 - 데이터 분석의 어려움으로 인한 바이오 연구의 한계를 시로 돌파하고, 제약과 의료 그리고 농업과 식품 등 바이오산업 혁신을 가속화하기 위해 AI 바이오 핵심기술 확보를 위한 R&D 투자를 추진
 - 정부가 발표한 ‘AI 바이오 확산전략’의 또 하나의 특징은 산학연 현장에서 제한한 요소기술을 바탕으로 전문가 회의를 통해 중요성, 시급성, 실현 가능성, 파급력 등을 고려한 핵심기술을 도출하였다는 것이며, 이를 바탕으로 4대 분야인 (1) 바이오시스템 이해, (2) 신약개발, (3) 정밀의료, (4) 그린바이오로 기술군을 분류

[AI 바이오 확산전략’에 담긴 핵심기술 및 내용]

핵심 기술	내용
바이오시스템 이해	멀티모달 바이오 파운데이션 모델 구축, 유전체 정밀분석, 생체분자 구조예측 및 설계
신약개발	신약 스크리닝 및 설계, 유효성 및 안전성 예측 기술, AI 기반 신규모달리티 개발
정밀의료	개인 맞춤형 정밀진단 기술, 질병 조기 예측 기술, 약물 부작용 예측 기술
그린바이오	고효율 합성식물체 제작 기술, 세포 배양육 원천기술, 생장 촉진 바이오소재 개발

III. AI 바이오·의료 R&D 핵심 기술개발 현황

① 인공지능 관련한 바이오·의료 R&D 투자 분야

■ 3대 게임체인저인 인공지능과 첨단바이오가 만나는 교집합인 인공지능 기반의 첨단바이오에 정부의 R&D 투자가 집중될 것으로 예상

- 정부는 인공지능·반도체, 양자, 첨단바이어를 3대 게임체인저로 선정하고 국가적인 투자를 할 계획
- 2023년에 비해 2024년에 바이오·의료 분야 신규 예산이 확대되었고, 그 중에서도 AI가 활용될 수 있는 AI 기반 신약 발굴이나 AI기반 바이오헬스 데이터 구축 및 활용사업에 집중
- 이와 더불어 2025년 4월 정부가 발표한 'AI 바이오 확산전략'에도 앞으로의 AI 바이오 투자 방향이 포함되어 있으며, 중소기업은 이러한 정부의 AI 바이오 정책과 R&D 투자 방향을 적극 활용 필요

[인공지능 관련한 바이오·의료 R&D 투자 분야]

분야	내용	주요 적용 분야
AI 바이오시스템	바이오 파운데이션	AI를 활용한 바이오 데이터 통합 분석
	유전체 정밀분석	코딩 및 논코딩 DNA 기능 규명
	생체분자 구조예측 및 설계	생체분자 (단백질, DNA, RNA)의 3차원 구조 및 기능 예측과 설계
AI 신약	AI 신약 스크리닝 및 설계	새로운 약물 후보를 탐색 및 최적화된 새로운 약물 구조 설계
	AI 신약 모달리티	새로운 치료제 개발
	AI 기반 신약 유효성 및 안정성 예측	약 후보 약물의 예측되는 효과와 부작용 사전 평가
	AI 연합학습모델	새로운 약물의 독성 및 반응성 예측
AI 정밀의료	AI 신약 규제 개선	AI를 활용한 신약 신규 물질 발굴
	개인 맞춤형 정밀진단	디지털 병리
	질병 조기 예측	심뇌혈관질환 조기 진단 기술개발
AI 그린바이오	약물 부작용 예측	개인 맞춤형 약물 부작용 예측
	고효율 합성식물체 제작	작물 산업
	세포 배양육 원천기술	식품 산업
AI 바이오 인프라 확충	바이오 데이터 구축 및 활용	바이오 데이터 구축 및 활용
	바이오 데이터 비식별화 및 개인정보 보호기술 강화	데이터 관리 및 제공
	생산공정 자동화 디지털 트윈 사업과 스마트 제조 사업	바이오파운드리 구축
	자동화 랩 및 자율랩	스마트 랩 팩토리
	디지털 가상세포 모델	의약품 생산을 위한 동물세포 배양 공정
AI 내장형 의료기기	AI 내장형 의료기기	웨어러블 의료기기, 디지털 치료기기 및 전자약
AI 영상 판독	AI 영상 판독	의료 영상데이터 판독
생성형 AI를 활용한 의료 기술	생성형 AI를 활용한 의료 기술	의료 생성형 AI 상용화
AI바이오 융합인재 양성	AI바이오 융합인재 양성	해외 석학 등 우수 과학자의 국내 유치 포함

② AI 바이오시스템

- AI 기술을 활용하여 복잡한 생명 시스템을 근본적으로 이해하기 위한 연구 분야
 - 생명현상을 단백질, DNA, RNA 등 분자 단위의 구조로 분석하여 이해하고, 기능을 예측하고, 새로운 구조를 설계하는 기술개발로 생명공학의 한계를 돌파하는 분야
- (바이오 파운데이션) 다양한 유형의 바이오 데이터를 AI를 활용하여 통합 분석하는 멀티모달 파운데이션 기술
 - 오믹스(유전체, 단백질, 전사체 등) 데이터, 세포 이미지, 의료영상 데이터, 임상 데이터 등 다양한 유형의 바이오 데이터를 활용하는 기술로 이미 외국은 NVIDIA가 개발한 BioNeMO를 활용하여 신약후보 물질 설계에 사용
- (유전체 정밀분석) 국가통합바이오빅데이터구축사업 등을 통해 생산된 대규모의 유전체 데이터를 AI를 활용하여 분석하여, 질병과 관련된 유전체 변이와 기능을 규명하는 기술
 - 최근 들어 전체 유전체의 약 98% 차지하면서 단백질을 암호화하지 않는 논코딩 DNA의 기능을 규명하는 기술과 유전자 발현 및 세포 기능에 큰 영향을 미치는 RNA 변형(RNA modification)을 연구하는 기술 등이 집중적으로 투자될 예정
- (생체분자 구조예측 및 설계) 신약개발이나 유전자치료 그리고 합성생물학, 세포 복합체 구조 분석, 세포활성 제어 등에 핵심 역할을 하는 기술개발
 - 최근 AI를 활용한 단백질 구조예측 플랫폼인 알파폴드가 노벨상 수상이 된 이후로 인공지능을 활용한 생체분자 (단백질, DNA, RNA)의 3차원 구조 및 기능을 예측하거나 설계하는 기술이 주목

3 AI 신약

■ 질병 치료를 위한 신규 물질 탐색은 데이터 기반 학문에 가장 일반적인 분야

- AI 기반의 신약개발 플랫폼 기술을 의미하며, 신약개발에 드는 고비용과 장기간이 소요되는 전통적인 신약 분야 산업구조를 AI를 활용하여 극복함으로써, 신약개발 과정을 획기적으로 단축하는 기술
- 예측형 AI가 약물의 화학적 혹은 물리적 데이터를 수집한 후에, 이를 이용하여 후보물질을 발굴하고, 약물의 반응성이나 유해성을 예측
- 또한, AI가 새로운 분자 구조를 예측하거나 설계와 합성 및 최적화를 통해 새로운 신규 소재를 생성하는 데 사용
- AI 신약개발에서 가장 중요한 요소가 알고리즘 신뢰도 높은 시뮬레이션 기반 학습을 통한 정확도 향상, 실험 데이터 확보와 멀티모달리티 기반의 데이터 통합, 오믹스(omics) 분석을 통한 신약후보물질 발굴 그리고 검증모델의 신뢰성 보장

■ (AI 신약 스크리닝 및 설계) AI는 신약 개발에서 빅데이터를 활용하여 새로운 약물 후보를 탐색하거나 최적화된 새로운 약물 구조를 설계하는 분야

- 인공지능은 타겟 발굴이나 임상시험 과정에서의 약물 반응성을 시뮬레이션으로 결과를 예측하기 때문에, 획기적으로 기간 단축이 가능하고 막대한 비용 절감 효과 발생
- 대표사례가 Insilico Medicine의 AI인 GAN(Generative Adversarial Network : 생성적 대립 신경망)을 활용하여 지금까지 2~3년이 걸리던 신약 후보를 발견하는 프로세스를, 21일까지 단축했다는 연구 성과를 발표
- 정부는 인공지능을 활용하여 신약 개발 과정을 획기적으로 줄이는 데 역점을 둘 계획

■ (AI 신약 규제 개선) 최근에는 AI를 활용한 신약 신규 물질 발굴이 활발하게 이루어지고 있으나, 발굴된 AI 신약에 대해서 의약품의 유효성이나 안전성에 대한 검증은 초기 단계

- AI 신약 개발이 아직은 발굴 단계에 머물고 있어서, 기업이 AI 신약의 유효성이나 안정성 확보까지 이루어지는 인프라 기술개발 사례가 많지 않기 때문에 이를 위해 정부는 식약처를 통해 AI 신약의 의약품 안전성 및 유효성 평가와 품질 등을 평가할 수 있는 기준들을 마련
- 최근에 산업부나 식약처는 오가노이드나 랩온더칩 방식의 비임상시험(동물실험) 대체를 통해 약 1/10 이상의 비용 절감과 개발기간 단축이 가능한 동물대체시험법의 연구개발에 착수하였으며, 여기에 AI 기반 의약품 안전성 및 유효성 평가기술이 개발된다면, 신약 개발기간과 비용을 획기적으로 줄임으로써, 다국적 제약회사와 비교해 상대적으로 규모가 작은 우리나라가 제약회사가 경쟁력 있게 신약 개발을 선도할 수 있을 것으로 기대

■ **(AI 신약 모달리티 및 고품질 바이오베터) AI는 이미 신약 개발에 활용됐는데, 다만 기존 AI 신약 연구는 주로 저분자 화합물 및 항체신약 개발에 집중**

- 저분자 화합물 이외에도 AI를 활용한 신약 모달리티 개발로 기존에 약물화가 어려웠던 표적에 대한 새로운 치료제를 개발하여 난치질환 극복에 기여할 것으로 예상

[대표적 신약 모달리티 분야]

핵심 기술	내용
항체 치료제	- ADC (Antibody-Drug Conjugate)의 linker design - 지속형(Long-acting) 바이오베터(PEGylation, Glycosylation, Ekylation 등)
재조합 단백질	- GLP-1 작용제 등
세포 치료제	- CAR-T, CAR-NK, TIL 치료제와 같은 차세대 세포 치료제
유전자 치료제	- CRISPR 기반 기술 및 AAV 활용으로 적응증 확장이 이루어짐
표적 단백질 분해(TPD, targeted protein degradation)에서 표적 예측	- ProTAC(PROteolysis-TArgeting Chimera) - LYTAC(Lysosome-TArgeting Chimera)
ASO(Antisense Oligonucleotide) 선별	-
다제내성균(MDR) 치료제 개발	-

■ **(AI 기반 신약 유효성 및 안정성 예측) 고비용과 장기간이 소요되는 임상 단계에서의 성공률을 극대화하는 기술**

- AI를 활용해 발굴된 신약 후보 약물의 예측되는 효과와 부작용을 사전에 평가

■ **(AI 연합학습모델 개발) 최근에 보건복지부와 과기부의 다부처 사업으로 연합학습 기반 신약개발 플랫폼 구축을 위한 K-MELLODDY(Korea Machine Learning Ledger Orchestration for Drug Discovery) 프로젝트를 발족**

- MELLODDY는 유럽의 Merck, Pfizer, Novartis, and AstraZeneca 등 글로벌 제약사들이 연합하여 회사가 보유한 신약 개발 데이터 DB를 공유함으로써, 더 효율적인 신약개발
- 이 사업은 여러 제약회사와 연구기관에 저장된 회사 고유의 데이터를 물리적으로 합치지 않기 때문에 회사 고유의 신약개발 데이터는 보호가 되며, 다만 연합학습 기반으로 신약개발 데이터를 학습만 하게 되며 학습된 데이터는 새로운 약물의 독성이나 반응성을 예측하는 데 사용
- K-MELLODDY는 한국형 멜로디 사업으로 국내 제약회사들이 보유한 자체 DB를 물리적인 결합 없이, AI 플랫폼 기술 제휴를 통해서, Federated Learning(연합학습) 기술을 활용하여 공유함으로써, 신약개발의 혁신을 선도

4 AI 정밀의료

- **AI를 활용하여 다중오믹스 데이터를 포함한 빅데이터 분석을 핵심으로 하는 기술**
 - 정밀의료는 수집 가능한 모든 정보, 즉, 개인 유전체 정보, 임상 데이터, 생체데이터, 생활 습관 등 다양한 헬스케어 정보를 빅데이터로 통합하여 개인 맞춤형 정밀진단과 치료를 구현하는 차세대 의료시스템
- **(개인 맞춤형 정밀진단) 정밀의료는 개인 유전체 정보를 포함하여 임상 데이터와 생활 습관 데이터까지 분석함으로써, 개인에 최적화된 맞춤형 정밀진단을 목표**
 - 최근 들어서는 공간 오믹스라는 새로운 기술이 도입되며 조직병리학의 획기적인 변혁을 일으킴
 - 3차원 병리 데이터를 세포의 위치에 따른 단일분자 정보 즉, 단백질 발현이나 유전자 발현을 다룸으로써, 더욱 명확한 병리기전 연구가 가능하며 이를 디지털 병리하고도 함
- **(질병 조기 예측) AI를 이용한 심뇌혈관질환 조기 진단 기술개발 등과 같이 신규 진단 및 치료제 발굴이 필요**
 - 심뇌혈관질환 등은 암을 제외하고 사망률이 가장 높은 질환으로, 조기 진단 및 예방적 치료가 중요하지만, 뇌졸중이나 심장마비 등은 예측이 매우 어려움
- **(약물 부작용 예측) 약물의 부작용을 예측함으로써, 환자 맞춤형 항암제를 추천하거나 및 약물치료 반응 예측을 위한 AI 기반 약물 장기 독성 예측하는 기술**
 - 지금까지는 신약이나 치료제가 개발되었을 때, 환자에 적합한지를 판단하는 건 직접적인 약물 투여를 통해 가능하였지만 AI 기반 약물 부작용 예측 기술을 통하여 환자 부담 감소

5 AI 그린바이오

■ 생명 자원의 활용 가치를 높이고, 미래의 식량안보 위협에 대응하는 기술

- AI를 활용하여 천연물 식품을 개발하고, 유효성분의 생산성을 높이고, 그린바이오 소재의 품질향상 기술을 개발

■ (고효율 합성식물체 제작) AI를 활용해 작물의 생산성을 극대화하고, 기후변화나 새로운 환경에 적응력을 갖춘 작물 등을 개발하는 기술

- 식물의 생체분자 네트워크를 재설계하거나, 세포 단계가 아닌 개체 수준의 합성식물체를 제작하는 기술

■ (세포 배양육 원천기술) 세포공학기술을 활용하여 살아있는 동물의 세포를 실험실에서 배양하고, 이를 통해 식용이 가능한 고기를 생산하는 대체 단백질 분야

- 배양육은 기존의 축산업에서 사용하던 가축의 사육을 통한 고기 공급이 아닌 실험실에서 배양
- 최근에 세포 배양육 기술에 AI를 접목하여 세포 배양 시뮬레이션 등이 시도하고 있으며, 이를 통해 생산 효율성과 품질을 향상시키는 차세대 배양육 원천기술

6 AI 바이오 인프라 확충

■ 인공지능의 활용을 위해 인프라 확충은 필수

- 인공지능이 필요로 하는 고성능 컴퓨팅 인프라 수요를 충족하기 위해, 정부는 단기적으로는 기존의 슈퍼컴퓨터 6호기 등을 활용해 바이오 및 소재 등 전략분야 연구 수요에 대응하는 방안 마련
- 향후 장기적이고 단계적으로 바이오 분야에 전용으로 사용할 수 있는 고성능컴퓨팅 인프라 구축을 추진

■ (바이오 데이터 구축 및 활용 확대) 정부는 바이오 데이터 활용에도 적극적으로 대응한다고 발표

- ‘AI 바이오 확산전략’에 따르면, 정부는 2035년까지 국가 바이오 데이터 스테이션(K-BDS)에 1,000만 건의 민·관 데이터를 구축 및 연계하는 목표를 수립하였고, 고부가가치 데이터 셋 개발과 데이터 표준화 방안을 마련하고, STAR 데이터화 ‘STAR 데이터화’ 등을 통해 데이터 활용성을 강화하고 고품질 데이터를 확보하는 데 주력할 예정
- 보건복지부는 바이오 데이터 분양 절차를 간소화하여 일반 연구자가 활용하는 데 어려움이 없도록 관련 규제를 개선에 나서기로 하였으며, 의료데이터는 개인정보보호가 민감한 문제인 만큼, AI를 활용한 데이터 비식별 처리기술 등 개인정보 보호기술을 개발함으로써, 더욱 편리한 데이터 활용환경을 조성하는 방안 마련
- 장기적으로는 바이오 데이터의 ‘생산에서 기탁 및 등록을 통해 공유와 연계를 거쳐 활용까지’ 전주기의 체계적 지원을 위해 관계부처 협업을 통한 「(가칭)바이오데이터 지원 및 육성에 관한 법률」 제정을 추진할 계획

■ (바이오 데이터 비식별화 및 개인정보 보호기술 강화) 바이오 데이터 관리와 보호 기술개발 및 가명 처리 지원을 통해 데이터 공유 환경 조성

- AI 기술은 데이터의 통합과 분석이 기본이기 때문에, 병원, 제약회사, 정부출연연구소, 민간기업 혹은 개인 데이터의 접근이 필수
- 이를 위해 바이오 데이터 다양성에 맞춰 가명처리기준을 더욱 세분화 및 데이터의 분양과 활용을 위한 심의 가이드라인을 준수하는 선에서 민간 데이터 활용 가능 필요
- 데이터 비식별 처리기술이나, 재식별성 검증 기술 그리고 개인정보보호 강화기술 (PET, Privacy Enhancing Technology) 등 개인 식별 가능성을 최소화할 수 있는 보호 기술 개발과 데이터 가명처리 인력 부족으로 데이터 관리나 제공 등에 어려움이 있는 중소병원과 스타트업을 위한 데이터 비식별화 지원책도 필요

■ (생산공정 자동화 디지털 트윈 사업과 스마트 제조 사업) 산업 현장에서 제조 공정의 자동화를 통한 효율화와 최적화를 지원하는 사업

- AI와 로봇 기술과의 융합을 통해 바이오 실험 설계-실행-분석 전 과정을 자동화하여 바이오 R&D의 속도와 정확성을 제고하고, 공공 바이오파운드리 구축 및 미국의 BioMADE를 모델로 한 민관 협력 생태계 확산으로 글로벌 수준의 바이오제조 역량을 확보
- 인공지능 기술을 활용하여 노동집약적 방식에서 인공지능을 활용한 자동화 방식 전환으로 생산성을 향상하고 제품의 QC를 보장함으로써, 품질을 개선하기를 희망하는 중소기업을 지원하기 위한 R&D 사업
- 생산공정 분야는 향후 로봇 기술과 인공지능이 융합되어 인공지능이 로봇과 장비를 제어하는 자율화 공정 기술로 한 단계 발전을 더 할 것으로 전망되며, 이 시기에는 생산공정의 전 과정 자동화가 이루어질 것으로 예상하며 이를 위해 AI 자율실험실 신규 과제와 AI 자율제조 등의 정부 R&D 지원 예상
- 국내 바이오·의료 분야 관련 기업의 생산공정은 바이오로직스나 셸트리온과 같은 제약분야 대기업의 경우 제네릭 시장을 선도하고 있으며, 다국적 제약 기업의 의약품 위탁 생산 기지 역할로 시장을 주도하고 있어 바이오 의약품 생산공정에서도 인공지능이 융합된 디지털 트윈 기반 공정 기술개발이 적합하지만, 바이오 파운드리 관련 중소기업의 경우에는 기술 선도국 대비 낮은 수준임
- AI 기반 자동화 기술은 생산공정의 설계부터 공정 단계까지 인공지능 학습을 위한 데이터 수집이 중요하며, 인공지능 기반의 실시간 제어 기술까지 기술개발이 필요하지만, 중소기업은 이를 실현할 만한 자본과 인력이 부족한 것이 현실
- 따라서, 생산공정 자동화에 필요한 디지털 트윈 기반의 실증을 위한 정부 R&D 지원이 절실하다고 할 수 있으며, 바이오파운드리 등 인공지능 기술을 활용함으로써 그동안 국내 산업의 근간으로 수출의 핵심이었던 기계·소재 기반 제조업에서 바이오파운드리 제조업 강국으로 도약 필요

■ (자동화 랩 및 자율랩) 스마트 팩토리는 자동차를 포함한 제조시설에 가장 보편화된 기술

- 스마트 제조는 자동화 시설을 기반으로 한 생산공정의 최적화와 품질관리를 통해서 고품질의 균질한 제품을 빠르게 생산하는 크게 기여
- 최근 들어서는 글로벌 제약회사들도 의약품 제조 공정에서 인공지능을 활용한 공정 자동화를 통해 생산성을 높이고 있지만, 국내의 대다수 바이오·의료 관련 중소기업과 중견기업들은 제조보다는 기술개발 단계에 머물고 있어서 스마트 팩토리를 적용하기에는 한계
- 특히, 중소기업은 고질적인 인력난에 시달리고 있는 중소기업과 중견기업의 현실을 반영한 사업으로 최근 들어 산업부와 중기부를 중심으로 바이오·의료 기업들을 대상으로 스마트 제조를 위한 R&D 기술개발에 노력하고 있지만, 이는 제품을 생산하는 일부 기업에 해당
- 따라서, 바이오·의료 중소기업들에는 연구인력을 대체할 수 있는 자율랩(automation lab) 사업이 더 적합하며 인공지능 기반의 자율랩 기술을 보유한 중소기업은 앞으로 고질적인 인력난에서 벗어나 바이오·의료 산업에 경쟁력을 갖게 될 것으로 기대

■ **(디지털 가상세포 모델) 디지털 가상세포 모델은 실제 세포와 게놈정보가 동일한 가상세포를 시뮬레이션으로 구축**

- 바이오·의료 연구의 가장 큰 어려움이 노동집약적인 실험 수행에 있다. 만약 실험을 수행하지 않고, 시뮬레이션으로만 실제와 거의 유사한 실험 결과를 얻을 수 있다면, 바이오·의료 연구의 획기적인 전환이 될 것이며 이러한 발상을 현실화 시키는 것이 인공지능 기술이며, 디지털 가상세포 모델의 활용임
- 디지털 가상세포 모델을 활용해 약물 투여와 같은 실제 실험과 동일한 결과를 얻거나 혹은 예측할 수 있어, 의약품 생산을 위한 동물세포 배양 공정 등에 적용

7 AI를 활용한 기기·기술

- **(AI 내장형 의료기기) AI 의료기기 분야는 다양한 센서를 통해 헬스케어 데이터를 실시간으로 수집하고, 자율형 AI가 고속 연산과 분석을 통해 진단하며, 이를 통해 결과를 제시하는 것이 핵심**
 - 대표적으로 온디바이스 AI를 탑재한 웨어러블 의료기기, 디지털 치료기기 및 전자약 등 디지털 의료 제품 등이 있으며 앞으로도 AI 적용 의료기기 개발이 더욱 가속화 될 것으로 기대
 - 병원에서 수집되는 의료데이터는 빅데이터화 되어 활용 가능성이 높지만, 반대로 개인정보 관리에 위험성이 있는 것이 사실이며 특히, 수집되는 개인 생체 정보의 보관이나 전송에서 데이터의 유출 가능성 존재
 - 이에 비해 온디바이스 AI 기술을 적용된 의료기기는 기기 내에서 데이터의 처리되므로 보안성이 강화되어 향후 점차 개발이 증가할 것으로 기대된다. 정부도 범용적 활용이 가능한 생체신호용 AI 모듈과 AI 의료기기 선도 기술 확보를 위해 선제적 R&D 투자를 수행
- **(AI 영상 판독) 양질의 의료데이터를 의료 AI 훈련에 사용할 수 있을 것으로 기대하고, AI 적용 의료기기 시장은 급속도로 증가할 것으로 예측**
 - 의료에 AI를 적용하는 시도는 영상 판독에서 가장 처음으로 이루어졌으며 인공지능을 사용하는 목적이 빠르고, 믿을 수 있고, 안정적이어야 하므로, 생성형 AI와 예측형 AI의 적용이 가장 적합한 의료 분야는 수천, 수만 건의 영상 판독임
 - AI는 의료진의 직관에 의존하던 기존 의료시스템의 수작업, 반복 작업, 경험 의존적 판단을 자동화하고 정밀화시킬 수 있으며, 영상 판독에 소요되었던 시간과 비용을 획기적으로 개선
 - 또한, 병원마다 혹은 의료진마다 달랐던 영상 판독 결과가 통일됨으로써, 의료 서비스의 표준화도 마련
 - 국내는 우수한 의료 인프라와 높은 수준의 의료 기술을 보유하고 있으며, 방대한 양의 의료 데이터도 수집이 되어 있음
- **(생성형 AI를 활용한 의료 기술) 향후 의료 특화 언어모델인 생성형 AI를 개발한다면 우리나라의 의료산업의 획기적인 전환점이 될 것으로 예상**
 - 미국은 이미 ChatGPT를 넘어서 의료 생성형 AI를 상용화하고 있으나 국내는 생성형 AI 분야에서는 아직은 초보적인 수준임
 - 그러나, 세계에서도 유래를 찾기 힘든 국내 병원에서 생성되는 양질의 진료 데이터는 원석이나 다름없으며 향후 의료 특화 언어모델인 생성형 AI를 개발한다면 우리나라의 의료 산업의 획기적인 전환이 될 것

- 의료용 언어모델 개발과 병원 간 표준 의료 용어의 통일과 EMR 연동 등은 풀어야 할 숙제이며, 또한 표준화된 의료데이터 인터페이스 구축이나, 알고리즘 검증 방식, 프로토콜 수립, 의료데이터 보안 개선 등에서 AI의 신뢰성과 공정성을 확보하고 윤리적 문제와 법적 규제 대응도 함께 이루어져야 할 것으로 판단

■ (AI 바이오 융합인재 양성) 정부는 AI 바이오 인재의 필요성을 인식하고 AI 바이오 인재 양성 지원 사업을 적극적으로 추진

- AI가 거의 모든 산업 분야에 적용되면서, 가장 핵심적인 병목현상이 발생하기 시작
- 인공지능 전문 인력이 전반적으로 부족한 상황이며, 특히 특정 산업 분야에 특화된 AI 인재를 공급이 매우 어려운 실정으로, 인공지능 자체가 워낙 광범위한 분야라 일반적인 전문가 확보도 쉽지 않고 새로운 인재를 양성하려 해도 많은 시간과 자원이 소요
- 산업별 AI 적용을 위해서는 기본적인 인공지능 역량 외에도 해당 분야에 대한 전문 지식이 추가로 요구되며, 특히 AI 바이오 분야처럼 바이오 연구와 산업에 AI 기술을 효과적으로 접목시키기 위해서는 AI와 바이오 양쪽에 대한 이론과 실무를 고루 갖춘 융합형 인재 확보가 필수
- 현재로서는 이러한 인재를 신속히 확보할 수 있는 현실적 대안으로 해외 석학 등 우수 과학자 유치를 확대하는 것이 가장 효과적이며, 정부도 이를 뒷받침하기 위해 AI 바이오 산업의 글로벌 도약을 목표로 연구 기획, 인프라 구축, 데이터 활용, 협력 연구 등을 포함한 혁신거점 조성을 추진 중

IV. 결론 및 시사점

① 중소기업의 AI 바이오 활용 현실과 과제

■ 중소기업과 스타트업도 AI를 적극 활용 필요

- 2024년 노벨상 수상 사례에서 볼 수 있듯, 인공지능(AI)은 이제 생명과학·의료 분야의 혁신을 이끄는 핵심 기술로 자리매김하였으며, 특히 구글 딥마인드의 AlphaFold는 단백질 3차원 구조 예측을 혁신적으로 단축시키며 생명공학의 새로운 가능성을 열었고, 인공지능경망 기반 기계학습의 기초를 세운 전문가들이 물리학상을 수상함으로써 2024년은 AI가 노벨상의 중심이 된 해로 기록
- 이미 국내 대다수 제약회사도 AI 신약의 중요성을 일찍이 깨닫고, AI 플랫폼을 활용하여 신약 후보 물질을 발굴하고 있으며, 이제는 중소기업과 스타트업들도 AI를 적극 활용 필요
- 정부가 2025년 4월에 발표한 ‘AI 바이오 확산전략’에 따르면, 산학연 바이오 전문가들을 대상으로 한 설문에서 (응답자 383명) 과반수(52%)의 연구자가 바이오 연구에 AI를 활용 중이라고 답하였으며, 미활용자의 경우에도 앞으로 활용 의지가 있는가의 질문에서 96%가 활용할 용의가 있다고 응답
- 또한, AI 미활용자의 경우, 가장 큰 장애요인이 무엇이라고 생각하느냐는 질문에는, AI 기술에 대한 이해 부족(56%)으로, 협업 활성화 및 융합인력 양성에 대한 정부 지원이 필요하다고 답변
- 산학연 전문가들이 AI에 대한 관심이 높고 AI 도입 의지가 높아서 바이오·의료 산업 분야와 AI의 본격적인 결합이 머지않은 것으로 전망

■ 중소기업이 AI를 지속적으로 활용할 수 있도록 비용과 인력을 지원하는 중장기적 로드맵 구축과 지원책이 필요

- 현재 시점에서는 많은 중소기업과 스타트업 회사가 AI의 도입하기에는 쉽지 않은 것이 현실이며 그 이유는 대부분 중소기업은 AI가 학습할 만한 충분한 데이터를 보유하지 못하고 있고, AI를 도입하기에는 막대한 비용이 발생하며 중소기업이 민감한 의료정보에 접근하기도 용이하지 않음
- 따라서 정부가 더 적극적으로 중소기업이 AI 엔진을 장착하도록 지원이 필요하며 AI 바이오 R&D 예산을 통한 중소기업용 AI 시스템 구축이 필요

② AI 바이오산업의 미래 성장 방향과 전략 제언

■ 인공지능은 돌이킬 수 없는, 절대적 필요 분야

- 생성형 AI인 ChatGPT가 등장하면서 AI의 관심이 높은 지금이 AI의 투자를 더 적극적으로 이루어져야 하며, 비록 생성형 AI 분야에서는 우리나라가 뒤처져 있지만, AI 바이오 분야는 우리나라가 선도할 수 있는 잠재력을 보유
- 따라서, AI 바이오의 의료 산업 적용이 본격화될 앞으로의 10년은 매우 중요하다. 향후 국가바이오위원회와 국가인공지능위원회를 중심으로 국가적인 AI 기반의 바이오·의료 정책 수립이 절실히 필요하며 적극적인 R&D 투자가 이루어져야 함
- 과감한 AI 바이오 규제가 개선되어야 하고, AI 바이오 인력양성이 시급
- 적절한 대응이 이루어진다면, AI 바이오·의료 시장에서 우리나라가 세계시장을 선도하고 경제적으로 막대한 소득 창출로 이어질 것으로 확신

참고문헌

1. 기업의 인공지능 활용 확대와 성과 제고를 위한 정책과제, KIET 산업경제, 2025.01.
2. Taking Stock of AI Adoption Across the U.S. Economy, Bipartisan Policy Center, 2024.09.11.
3. 인공지능 관련 산업기술 R&D 지원 현황, 한국산업기술기획평가원, 2025.
4. 글로벌 정부·민간 분야 AI 투자 동향 분석, NIA, IT & Future Strategy 3호, 2024.06.28.
5. Announcing The Stargate Project, Stargate 관련 보도자료, 2025.01.21.
6. Generative AI Accelerator Challenge, GENIAC 관련 보도자료, 2024.02.06.
7. 제2회 중소벤처기업 미래포럼(바이오헬스 분야) 개최 관련 보도자료, 중소벤처기업부, 2019.11.
8. 2024 중소기업 혁신 네트워크 토론회(포럼) 개최 관련 보도자료, 중소벤처기업부, 2024.08.
9. 빅데이터 산업 발전 전략 발표 보도자료, 미래창조과학부, 2013.12.
10. 첨단바이오 이니셔티브 발표 보도자료, 대한민국 정책브리핑, 2024.04.30.
11. 국가바이오위원회 출범 발표 보도자료, 대한민국 정책브리핑, 2025.01.23.
12. 국가인공지능위원회 출범 발표 보도자료, 대한민국 정책브리핑, 2024.09.26..
13. 인공지능 생명과학(AI 바이오) 확산전략 발표 보도자료, 대한민국 정책브리핑, 2025.04.30.
14. AI 바이오 확산전략 - 핵심기술 도출 기반 설명자료, 과학기술정보통신부, 2025.04.30.
15. Insilico Medicine 관련 보도자료, Insilico Medicine, 2025.02.14.
16. 2024년 노벨상 발표 보도, 노벨위원회 보도자료, 2024.10.08.