



Vol. 01
March 2025

한국합성생물학발전협의회



News Letter



Key Title

- 합성생물학, 맞춤형 생명 시스템 설계 시대 연다
- AI와 바이오파운드리, 합성생물학 혁신의 핵심이 되다!
- 합성생물학 시장, 2033년까지 1,489억 달러 규모로 성장 전망
- 데이터로 보는 한국 합성생물학, 조금 더 잘할 수 있을까?
- '바이오 대전환 전략' 통해 글로벌 바이오 제조 강국 목표
- 국내 기업들, 합성생물학 기반 기술로 글로벌 시장 공략 본격화
- 2025년에도 글로벌 바이오 패권 지속적으로 도전!
- 최근 합성생물학 분야에서의 국내연구진의 성과
- 윤리적 위험과의 경계를 넘어서는 도전



Trend & Innovation

합성생물학, 맞춤형 생명 시스템 설계 시대 연다

합성생물학은 생명과학에 공학적인 기술개념을 도입하여 DNA, 단백질, 인공세포 등 생명시스템을 설계·제작하는 기술이다. 생명체를 구성하는 유전자와 대사 경로를 재설계 하고, 이를 기반으로 새로운 기능을 부여함으로써 가능하다. 최근 유전체 편집 기술, 유전자 회로 설계, 시스템 디자인 분야에서 혁신적인 발전이 이뤄지고 있으며 이를 통해 맞춤형 세포공장 구축, 정밀의료, 친환경 바이오제조 기술이 활성화 되고 있다.

합성생물학에서 유전체 편집 기술은 특정 유전자를 정밀하게 조작하여 원하는 기능을 구현하는 핵심적인 역할을 한다. 이러한 개별 유전자의 조작을 넘어, 유전자 회로 설계를 통해 전자공학의 논리회로 개념을 생명 시스템에 적용함으로써 세포 내에서 특정 신호에 반응하는 기능을 구현할 수 있다. 더 나아가, 합성생물학에서는 개별 유전자를 넘어 세포 및 생물 시스템 전체를 설계하는 시스템 디자인이 중요한 역할을 하며, 이를 통해 보다 복잡한 생명 현상을 조절하고 새로운 생물학적 기능을 창출할 수 있다.



합성생물학 기술이 더욱 고도화되면서 맞춤형 생명 시스템 설계와 바이오 제조 혁신이 가속화될 것이라고 전망하고 있다. 이에 따라, 올해부터 시작 되는 바이오파운드리 인프라 및 활용기반 구축사업(예비타당성 통과, 24년 1월)이 중요한 역할을 하게 될 것이다.

바이오파운드리란 합성생물학 연구개발의 핵심 인프라로, 다양한 생명 시스템을 설계하고 실험할 수 있는 환경을 제공한다. 이를 통해 생명과학 분야의 혁신적인 기술들이 상용화될 수 있도록 지원하며, 바이오 제조와 정밀의료, 환경 친화적인 기술 개발에 기여할 것이다. 향후 생명과학과 공학의 융합이 산업 전반에 걸쳐 어떤 변화를 가져올지 귀추가 주목된다.

Trend & Innovation

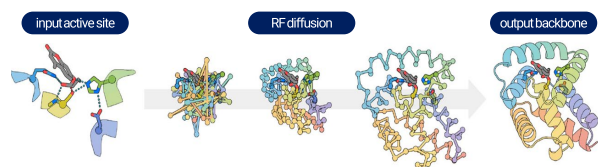
AI와 바이오파운드리, 합성생물학 혁신의 핵심이 되다!

인공지능(AI)이 합성생물학의 핵심 엔진으로 자리 잡고 있다. 최근 인공지능(AI)이 이 분야에서 중요한 역할을 하며 단백질 설계부터 대량 바이오 제조까지 연구의 속도와 정밀도를 극적으로 향상시키고 있다. AI는 기존의 연구 방식과 달리 단순한 최적화가 아닌, 완전히 새로운 생물학적 기능을 창조하는 도구로 자리 잡고 있으며, 이를 통해 과거에는 상상할 수 없던 연구 성과들이 속속들이 발표되고 있다.

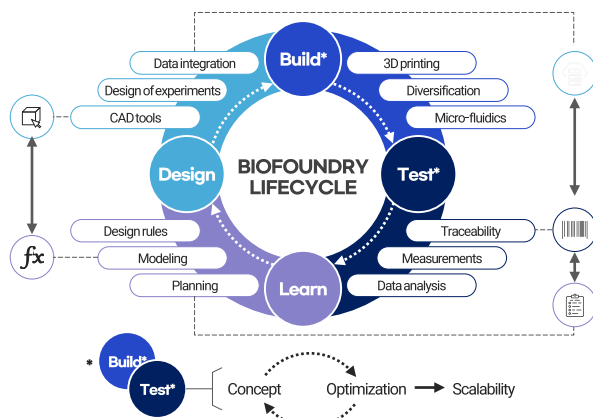
단백질은 생명 시스템의 기본 구성 요소로, 각종 생화학 반응을 촉진하는 효소는 인류의 생명공학 활용에 필수적인 역할을 한다. 하지만 기존의 효소 설계 방식은 자연에 존재하는 효소의 구조를 일부 변경하는 수준에 그쳤다. 이를 해결하기 위해 워싱턴대 데이비드 베이커(David Baker) 교수팀은 AI 기반 단백질 설계 도구 RFdiffusion을 활용해 완전히 새로운 효소를 설계하는 데 성공했다. 연구팀은 세린 가수분해(serine hydrolysis)를 수행하는 효소를 개발했으며, 이 효소는 4단계 가수분해 반응을 모두 수행하는 최초의 인공 효소가 되었다.

실험 결과, 이 인공 효소는 기존 연구에서 개발된 효소보다 반응 속도가 6만 배 빨랐다. 이 연구는 AI가 단순히 기존 효소를 개량하는 것이 아니라, 완전히 새로운 생물학적 기능을 설계할 수 있음을 입증했다는 점에서 의미가 크다. 이는 향후 환경오염의 주범인 플라스틱을 분해하는 인공 효소, 효율적인 생체 촉매 개발, 신약 개발을 위한 맞춤형 단백질 생성 등으로 응용될 가능성을 열어준다.[1] 하지만 이 혁신적인 효소 설계도 여전히 실험실 수준에 머물러 있으며, 대량 생산과 실제 산업 적용을 위해선 또 다른 연구 혁신이 필요하다. 바로 바이오파운드리와 AI의 결합이 여기에 중요한 역할을 한다.

바이오파운드리는 합성생물학의 연구 과정을 설계(Design) - 제작(Build) - 시험(Test) - 학습(Learn)으로 나누고, 이를 AI 및 로봇 자동화 기술을 활용해 대규모로 수행하는 플랫폼이다. 과거에는 유전자 조작, 단백질 엔지니어링, 세포 공학 연구가 개별 실험실에서 수작업으로 진행되었으나, 바이오파운드리에서는 AI가 자동으로 실험을 설계하고, 로봇이 이를 수행하며, 결과를 다시 AI가 분석하는 방식으로 연구의 속도가 획기적으로 향상된다.



출처: 10.1126/science.adu2454



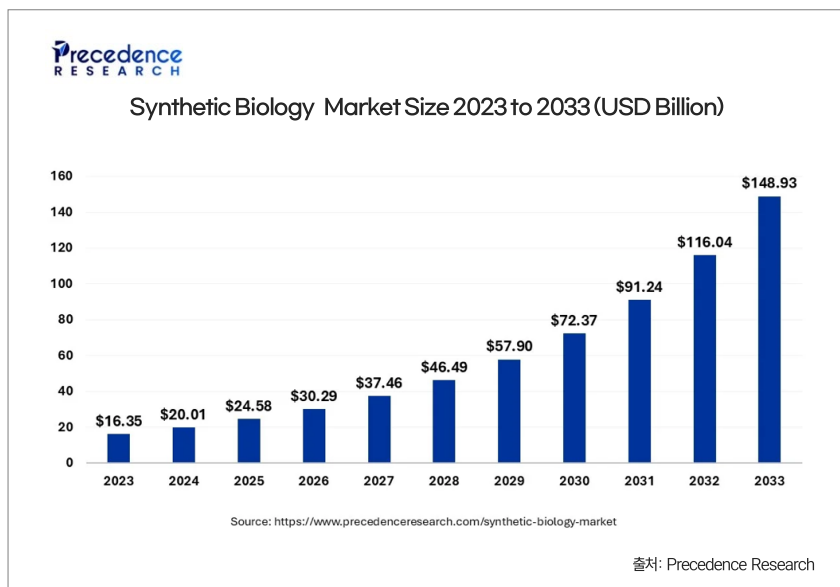
출처: 생물학연구정보센터, 합성생물학의 핵심 허브: 바이오파운드리

즉, 기존의 실험이 수작업으로 이루어진 자동차 조립 공정이라면, 바이오파운드리는 자동화된 대규모 생산 라인에 가깝다.[2] AI는 이제 단순한 연구 보조 도구가 아니라, 단백질 설계에서 바이오파운드리 자동화까지 합성생물학의 모든 과정에서 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 데이비드 베이커 교수팀의 연구가 AI를 활용해 자연에 없던 단백질을 설계하는 가능성을 열었다면, 바이오파운드리는 이러한 혁신적인 생명 시스템을 대량 생산하고 실용화하는 역할을 하게 될 것이다. AI와 합성생물학의 융합은 다양한 분야에서 더욱 정밀하고 빠르게 새롭게 변화하여 인류에게 혁신을 가져올 것이다.

Market Outlook

합성생물학 시장, 2033년까지 1,489억 달러 규모로 성장 전망

글로벌 합성생물학 시장이 2024년 200억 달러에서 2033년까지 약 1,489억 달러(약 148조 원) 규모로 성장할 전망이다. 이는 2024년부터 2033년까지 연평균 성장률(CAGR) 25%를 기록하며 급성장하는 시장으로 자리 잡을 것이라는 분석이다.[3]



현재 북미 시장이 글로벌 합성생물학 시장의 39.8%를 차지하며 선도적인 역할을 하고 있다. 특히, 미국은 2023년 58.5억 달러 규모에서 2033년 412.6억 달러(약 41조 원)까지 확대될 것으로 예상되며, 주요 기업인 Ginkgo Bioworks, Thermo Fisher Scientific, Agilent Technologies 등이 시장을 이끌고 있다. 반면, 아시아 태평양(APAC) 시장은 가장 빠른 성장세를 보이며, 중국과 인도의 바이오제약 산업도 국가 차원의 투자 및 지원으로 급부상 중이다. 기술별 점유율(2023년 기준)에서 PCR이 28.1%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 유전체 편집기술도 빠르게 성장하고 있다.

제품별로는 합성 DNA 및 올리고뉴클레오타이드가 35.6%의 점유율로 가장 높은 시장 점유율을 보였으며, 효소 및 바이오 촉매 부문도 성장 가능성이 높은 분야로 평가 받고 있다. 또한, 응용 분야로 합성생물학을 활용한 신약 개발, 정밀 의료, 바이오 기반 의약품 개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 암 치료제, 유전자 치료, 맞춤형 의료 기술이 시장을 주도하고 있다.

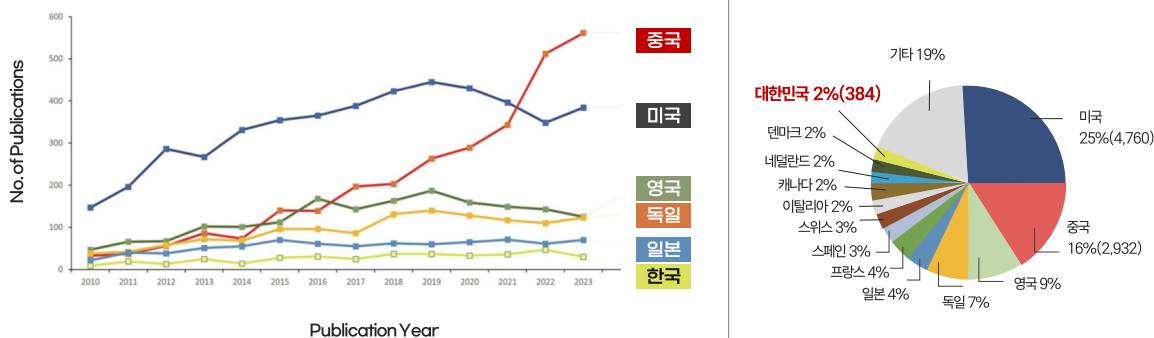
합성생물학 시장은 글로벌 연구개발(R&D) 투자 증가, DNA 시퀀싱 기술 혁신, 바이오 기반 제조업 확대 등을 원인으로 성장했으며 이는 향후 10년간 지속적으로 이어갈 것으로 보인다. 정밀 의료, 유전자 편집, 바이오 연료, 친환경 화학 산업이 핵심 성장 동력으로 작용할 것이며, 특히 환경 지속 가능성을 고려한 바이오 기반 생산 방식이 확대될 전망이다. 글로벌 바이오 산업의 판도를 바꿀 핵심 기술로 주목받는 합성생물학의 연구개발(R&D)과 산업 투자가 어떻게 확대될지 향후 전개가 주목된다.

Market Outlook

데이터로 보는 한국 합성생물학, 조금 더 잘할 수 있을까?

합성생물학은 미래 바이오 경제의 핵심 기술로 주목받으며, 미국과 중국을 중심으로 글로벌 기술 패권 경쟁이 치열하게 진행되고 있다. 한국 정부도 이를 '12대 국가전략기술' 중 첨단바이오 기술로 선정하고, 연구개발 및 산업 육성을 위한 정책을 추진 중이다.[4]

한국과학기술정보연구원(KISTI)이 발표한 '합성생물학의 데이터 기반 글로벌 연구동향과 국가경쟁력 분석' 보고서에 따르면, 한국은 2010년 이후 발표된 14,437건의 논문 중 2%(384건)를 차지하며 세계 13위를 기록했다. 연구의 질적 수준을 평가하는 피인용 상위 10% 논문 비율에서도 세계 12위로 나타났으며, 연구 집중도를 나타내는 활동도 지수(Activity Index, AI)와 연구 영향력 평가 지수(Percentile-based Excellence Score, PES10)도 지속적으로 증가하는 추세를 보였다. 또한, 한국의 국제 공동 연구 비중은 최근 7년간 26.1% 증가하며, 연구 협력을 더욱 강화하는 모습을 보이고 있다. 이는 합성생물학과 같은 신형 기술 분야에서는 국제 협력이 필수적임을 시사하며, 한국이 글로벌 선도국과의 협력을 확대해야 하는 이유를 설명해준다.[5]



출처: KISTI, 합성생물학의 데이터 기반 글로벌 연구동향과 국가경쟁력 분석

합성생물학은 다양한 분야에 적용될 수 있으나, 한국은 유독 화이트바이오 분야만 두드러진 경쟁력을 확보하고 있다. 화이트바이오는 재생가능한 바이오 소재, 바이오연료, 바이오화학 제품 개발 등을 포함하는 분야로, 한국은 미생물 균주 기반 발효 기술과 대사공학 기술을 활용하여 세계 6위 수준의 경쟁력을 보유하고 있다. 레드바이오(의약·헬스케어) 및 그린바이오(농업·환경) 분야로 연구를 확대할 필요성이 강조되고 있다.

한국이 지속적인 연구 투자와 국제 협력을 통해 글로벌 경쟁력을 확보한다면, 바이오 경제 시대의 핵심 플레이어로 자리 잡을 가능성이 높다.

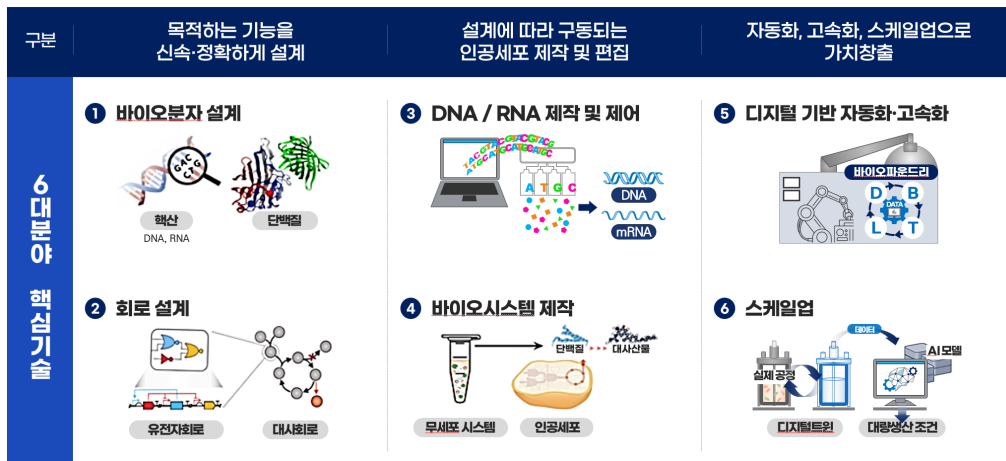
Market Outlook

한국의 합성생물학, '바이오 대전환 전략' 통해
글로벌 바이오 제조 강국 목표

정부가 바이오 산업을 국가 성장 동력으로 삼고 글로벌 경쟁력을 강화하기 위한 전략을 본격 추진한다. '대한민국 바이오 대전환 전략'과 '합성생물학 핵심기술개발 및 확산 전략'을 통해 연구개발(R&D) 역량을 강화하고 산업 생태계를 조성하며 글로벌 협력을 확대하는 것이 핵심이다. 이를 실행하기 위해 국가바이오위원회가 출범했으며, 2035년까지 글로벌 바이오 5대 강국 도약을 목표로 인프라 혁신, R&D 혁신, 산업 혁신 등 3대 전략을 추진한다.

바이오 산업의 핵심 기술로 합성생물학이 선정되면서 연구개발 및 산업적 활용이 본격화된다. DNA, 단백질, 인공세포 등을 설계·제작하는 합성생물학 기술은 신약 개발, 친환경 에너지, 바이오 소재 등 다양한 산업 분야에 혁신을 가져올 것으로 기대된다. 정부는 2030년까지 세계 최고 수준의 90% 기술력 확보를 목표로 6대 핵심 기술(바이오분자 설계, DNA/RNA 제작 등)에 대한 집중 지원을 추진한다. 또한, 항체 설계, 온실가스 전환 미생물 개발, 플라스틱 분해 미생물 탐색 등의 9대 선도 프로젝트를 통해 연구 성과를 산업화할 계획이다.[6]

합성생물학 6대 분야 핵심기술



출처: POSTECH

연구개발 성과를 산업으로 연결하기 위해 '한국형 바이오 클러스터'를 구축하고, 전국 바이오 연구·산업 단지를 연계해 연구부터 사업화까지 이어지는 혁신 생태계를 조성한다. 특히, 바이오 연구 자동화 및 대량 생산을 지원하는 '바이오파운드리'를 도입하여 신약 개발, 대사공학, 유전자 편집 기술 등의 상용화를 촉진할 계획이다. 또한, 정부는 2027년까지 11만 명의 바이오 인재를 양성하고, AI 신약개발·디지털헬스케어 등 특화 교육 및 해외 연구자 교류 프로그램을 확대한다. 또한, 바이오 기업의 글로벌 시장 진출을 돕기 위해 1조 원 규모의 바이오 펀드를 조성하고, 미국·유럽 바이오 클러스터와 협력 네트워크를 구축해 K-바이오 브랜드를 강화할 계획이다.[7]

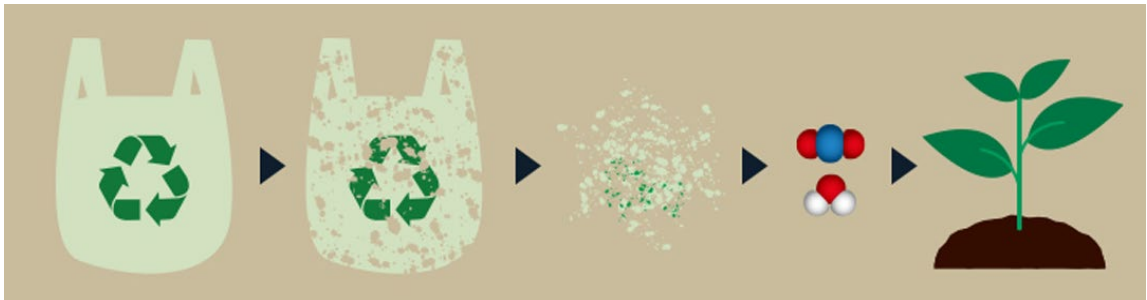
현재 한국은 연구 성과의 상용화, 규제 혁신, 글로벌 협력 확대 등의 과제가 남아 있다. 이를 해결하고 산업화 속도를 높인다면, 바이오 경제 시대를 선도하는 글로벌 리더로 자리매김할 수 있을 것이다.

Market Outlook

국내 기업들, 합성생물학 기반 기술로 글로벌 시장 공략 본격화

최근 국내 기업들이 혁신적인 합성생물학 기술을 바탕으로 글로벌 시장 공략에 나서고 있다. LG화학은 친환경 화학 소재 시장을 선도하고 있으며, 쉔바이오텍은 마이크로바이옴 신약 시장에서 글로벌 경쟁력을 강화하고 있다.

LG화학은 올해 2월 식물성 오일을 원료로 한 바이오 아크릴산을 세계 최초로 상업화한 사실을 보고하였다. 바이오 아크릴산은 화장품 원료, 기저귀용 고흡수성수지(SAP), 자동차·전자 제품용 점·접착제, 친환경 도로 등 다양한 산업에서 활용될 수 있는 핵심 원료다. 기존 석유화학 기반과 동일한 기능을 유지하면서도 100% 바이오 기반 인증을 획득하며 환경적 지속 가능성을 확보하였다. 이는 2021년부터 GS 칼텍스와의 공동 연구 개발을 통해 식물성 원료의 미생물 발효 공정으로 생산된 3HP(3-하이드록시프로피온)를 활용했다. 올해 2분기부터 약 100톤 규모의 시제품을 생산하고, 글로벌 시장 공략을 본격화할 계획이다. 특히 친환경 원료 사용이 증가하는 화장품 시장을 주 타겟으로 삼아 글로벌 화장품 기업들과 협력을 확대할 방침이다.[8]



한편, 국내 프로바이오틱스 선두 기업 쉔바이오텍은 창립 30주년을 맞아 바이오의약품 기업으로 도약을 선언했다. 현재 쉔바이오텍은 유산균을 활용한 마이크로바이옴 신약 개발에 박차를 가하고 있다. 대표적인 신약 후보물질인 'PP-P8'은 유산균 기반의 경구용 항암제로, 기존 항암제와는 다른 합성생물학 기반 First-in-Class 신약으로 개발되고 있다. 쉔바이오텍은 올해 국내외 유산균 시장을 확대하는 동시에 신약 개발을 본격화하고, 2055년까지 마이크로바이옴 신약 시장을 선도하는 글로벌 빅파마로 성장한다는 비전을 발표했다.[9]

LG화학의 바이오 아크릴산 상업화는 합성생물학 기반 친환경 화학소재 산업의 가능성을 실증한 사례로 평가되며, 쉔바이오텍의 PP-P8 신약 개발은 마이크로바이옴을 활용한 차세대 신약 시장의 성장 가능성을 보여준다. 국내 합성생물학 기업들은 고부가가치 산업으로 영역을 확장하며, 지속가능한 성장 모델을 구축하고 있다. 글로벌 바이오 산업이 빠르게 변화하는 가운데, 국내 기업들의 혁신적인 기술력과 적극적인 시장 개척이 향후 생명공학 산업에서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

Network

한-미 합성생물학 협력, 2025년에도 글로벌 바이오 패권 지속적으로 도전!

올해도 지난해에 이어 10월 제 4차 한-미 합성생물학 공동 컨퍼런스 및 GBA(글로벌 바이오파운드리 연합) 2025가 ILLINOIS에서 개최될 것이며, 이에 합성생물학발전협의회 및 운영위원들이 참석할 예정이다.

지난해 10월 대전에서 제3회 한-미 합성생물학 공동 컨퍼런스, 한-미-일 3국 합성생물학 및 바이오파운드리 협력 논의, GBA 2024 등 3건의 국제협력 행사가 성공적으로 개최되었다. 한미 공동 컨퍼런스는 한-미 합성생물학 전문가 70여 명이 참석한 가운데, 양국 대표 연사의 기조강연(韓 이상엽, 美 Jay D. Keasling), 패널토론, 연구기관 및 기업 간 파트너링을 통해 최신 연구 및 산업 동향을 공유하고 지속적인 협력 방안을 모색하였다. 또한, GBA 2024에는 20여 개국 170여 명이 참석하여 바이오파운드리 연구동향, 데이터 활용 촉진 및 표준화, 산업적 활용 방안을 논의하며 글로벌 협력의 중요성을 강조하였다.

한미 합성생물학 협력 행사는 합성생물학 분야에서 국제 협력을 강화하고, 상호보완적 협력을 통해 연구개발 역량을 극대화하는 중요한 행사이다. 이를 통해 국가 간 연대를 공고히 하며, 공동 연구 및 인재 양성을 위한 지속 가능한 협력 체계를 구축하고자 한다. 한국은 이번 협력을 계기로 글로벌 네트워크에서 주도적인 역할을 수행하며, 바이오 산업 발전을 위한 전략적 파트너십을 확대해 나갈 것이다.

합성생물학 분야 글로벌 컨퍼런스 개최 현황 및 계획



제3차 한-미 합성생물학
공동 컨퍼런스



한-미-일
합성생물학 간담회



글로벌 합성생물학 협력 네트워크 강화
제4차 GBA 미팅 한국(대전)개최

24년 10월

25년 6월 (예정)

25년 9월 (예정)

26년 1월 (예정)

27년 10월 (예정)



한국 합성생물학 사절단
영국방문
(주한영국대사관 주최)



제4차 한-미 합성생물학
공동 컨퍼런스 및 GBA2025



공동 컨퍼런스
(한국 개최)



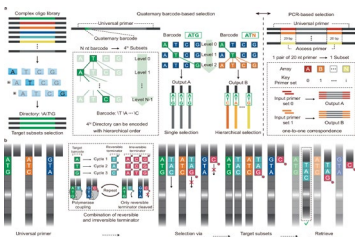
공동 컨퍼런스

R&D Trend

최근 합성생물학 분야에서의 국내연구진의 성과

합성생물학은 생명 시스템을 공학적으로 설계하고 제어하는 분야로, 의료, 데이터 저장, 유전자 조작, 바이오파운드리 등 다양한 산업에 적용되며 빠르게 발전하고 있다. 최근 국내 연구진이 이 분야에서 주목할 만한 연구 성과를 발표하여 이를 정리하였다.

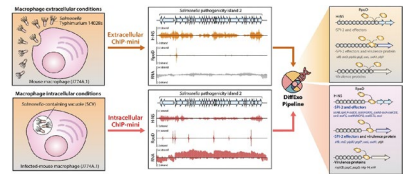
1 DNA 기반 차세대 저장 기술: 데이터센터를 뛰어넘는 가능성 (광주과학기술원(GIST) & 서울대 & ATG라이프텍 연구팀)



DNA는 높은 데이터 저장 밀도와 안정성을 지닌 차세대 저장 매체로 주목받고 있다. 광주과학기술원(GIST) 최영재 교수 연구팀은 서울대학교 및 ATG 라이프텍과 공동으로 '순환적 DNA 합성 및 선택(Cyclic DNA Synthesis and Selection)' 기술을 개발했다. 이 기술은 프라이머 없이도 특정 DNA 파일을 선택적으로 탐색하고 저장할 수 있는 방식으로, 기존 PCR 기반 DNA 데이터 접근법의 한계를 극복했다. 특히, 계층적 바코드 시스템을 도입해 기존보다 10배 저렴한 비용, 3배 빠른 데이터 접근 속도, 7400만 배 이상의 구분 가능한 파일 수 증가라는 성과를 거두었다. 이 연구는 DNA 기반 저장 기술을 실용화하는 데 있어 중요한 돌파구를 마련했으며, 향후 생물학적 저장소와 DNA 컴퓨팅 분야에서 새로운 가능성을 열 것으로 기대된다.[10]

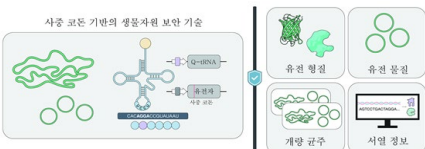
2 바이오파운드리 기반 감염성 미생물 연구 혁신: 극소량 세포로 전사 조절 분석 가능한 혁신적 돌파구 마련 (UNIST & 고려대 연구팀)

바이오파운드리 합성생물학의 핵심 기술 중 하나로, 세균이나 미생물을 활용해 고부가가치 단백질을 생산하는 시스템이다. 이를 위해서는 특정 단백질이 DNA에 결합하는 지점을 정확히 분석하는 기술이 필수적이다. UNIST 김동혁 교수 연구팀과 고려대학교 이은진 교수 연구팀은 기존보다 5000배 적은 세포(약 480만 개)만으로도 DNA 결합 단백질을 고해상도로 분석할 수 있는 'ChIP-mini' 기술을 개발했다. 이 기술은 기존 ChIP-exo(염색질 면역 침강법) 대비 12배 낮은 비용으로 실험이 가능하며, 세균 감염 과정에서 병원성 유전자 발현을 정밀하게 분석할 수 있도록 돕는다.



이 연구는 감염성 병원균의 유전자 조절 네트워크 규명과 바이오파운드리 기술의 자동화 및 최적화에 기여할 것으로 보인다. 특히, NGS(차세대 염기서열 분석) 자동화 시스템과 결합하면 바이오파운드리에서 대량의 결합 데이터를 보다 빠르고 저렴하게 생산할 수 있는 기반이 될 것으로 기대된다.[11]

3 합성생물학 혁신, POSTECH QCODE 기술로 유전자 보안 및 생태계 안전 강화 이루다. (POSTECH 연구팀)



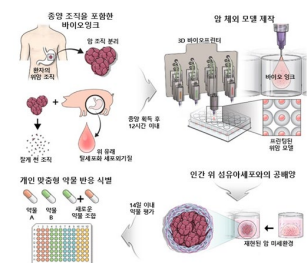
합성생물학에서 유전자 정보 보호와 생물학적 안전성은 필수적인 요소다. POSTECH 이정옥 교수 연구팀은 사중 코돈(quadruplet codon, Q-codon)을 활용한 QCODE 기술을 개발하여, 특정 환경에서만 유전자와 단백질이 정상적으로 작동하도록 설계했다. 이 기술은 기존의 유전자 해독 체계를 뛰어넘는 방식으로, 허가 받지 않은 사용자가 유전자 정보를 해독하려 하면 잘못된 정보가 나타나도록 설계되어 유전자 데이터 보안을 강화했다. 또한, 개량된 생물체가 예상치 못한 방식으로 생태계에 영향을 미치는 것을 방지할 수 있다.

QCODE는 합성생물학에서 유전자 편집 및 생물학적 격리 기술을 한 단계 발전시킨 연구로 평가되며, 농업, 제약, 생명공학 산업 전반에서 광범위하게 적용될 것으로 기대된다.[12]

4 3D 바이오프린팅을 활용한 환자 맞춤형 위암 치료 모델, 합성생물학 기반 기술로 개발하다. (POSTECH & 미국 잭슨 연구팀)

POSTECH 장진아 교수님팀은 합성생물학 기반 기술로 맞춤형 위암 모델을 개발했다. 이 모델은 조직 채취 후 2주 내에 신속하게 평가가 가능하며, 새로운 항암제 및 병합요법 테스트를 위한 전임상 플랫폼으로 활용될 수 있다. 연구팀은 이를 통해 환자별 맞춤 치료법 개발뿐만 아니라, 신약 개발 과정에서 불필요한 비용과 시간을 절감하는 효과를 기대하고 있다.

이번 연구들은 합성생물학이 단순한 유전자 조작을 넘어 데이터 저장, 감염성 질환 연구, 유전자 보호, 환자 맞춤형 의료 등 다양한 분야에서 혁신적인 변화를 이끌고 있음을 보여준다. DNA 기반 저장 기술은 기존 반도체 메모리의 한계를 뛰어넘는 데이터 저장 방식을 제시하며, 바이오파운드리 및 병원성 연구는 미생물을 활용한 단백질 생산과 감염성 병원균 연구를 혁신하고 있다. 또한, QCODE 기술은 유전자 보호 및 생물학적 안전성을 강화하는 새로운 패러다임을 제시하며, 3D 위암 모델은 환자 맞춤형 항암 치료를 가속화하는 정밀 의료 플랫폼으로 주목받고 있다. 자연의 법칙을 활용하여 새로운 기술을 창조하는 합성생물학은 의료, 산업, 환경 분야에서 지속적인 혁신을 이끌며 미래 기술 발전의 핵심 역할을 할 것으로 기대된다.[13]



Regulation & Policy

합성생물학이 혁신적인 가능성을 제시하는 한편, 윤리적 위험과의 경계를 넘어서는 도전이 점차 해결되어가고 있다



합성생물학은 기존의 유전자 변형 기술(GMO)을 넘어서는 혁신적 생명공학 기술로, 다양한 산업에서 활용될 가능성이 크다. 그러나 이러한 발전은 윤리적, 법적, 환경적 도전 과제를 동반하며, 이에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 특히, 예상치 못한 생물학적 위험이 주요 이슈로 부각된다. 새로운 유전자 조합을 활용한 생명체가 자연계에 방출될 경우 생태계 교란 가능성이 있으며, 기존 유전자변형생물체(GMO)보다 더욱 정교한 조작이 가능해 예상치 못한 변이를 초래할 우려가 있다. 이에 따라, 국제사회는 합성생물학 적용 생물체의 위해성 평가 및 환경 영향 분석을 강화하는 방안을 검토하고 있다.

또한, CRISPR-Cas9과 같은 유전자 편집 기술이 발전하면서 개인 연구자나 소규모 연구기관에서도 합성생물학 기술을 손쉽게 활용할 수 있게 되었으며, 이는 혁신을 촉진하는 동시에 생물무기 개발 및 악용 가능성을 증가시키는 요인이 될 수 있다. 이에 따라, 미국을 비롯한 주요국들은 생물안전성 규제를 강화하고 있으며, 연구자 커뮤니티에서도 자체적인 안전 기준을 마련하고 있다.[14]

합성생물학의 법적 정의와 규제 체계는 아직 미흡한 상태이며, 특히 유전자 조작 미생물을 이용한 식품 생산이 증가함에 따라 소비자 보호를 위한 표시 의무 및 안전 기준 마련이 시급하다. 한국에서도 합성생물학 연구가 활발하게 진행되고 있지만, 미국이나 유럽과 비교하면 규제 및 법적 지원이 부족하다. 이에 한국바이오안전성정보센터(KBCH)는 안전성 평가와 국내 규제 체계 개선을 위한 연구를 수행하고 있다.[15]

합성생물학은 식량 위기 해결, 의료 혁신, 친환경 바이오소재 개발 등 다양한 분야에서 기여할 수 있는 강력한 도구가 될 수 있다. 그러나 예상치 못한 위험과 윤리적 문제를 신중히 고려해야 하며, 국제적인 협력과 규제 마련이 필수적이다. 한국도 관련 기술의 안전성을 확보하고 사회적 수용성을 높이기 위한 정책적 노력이 요구된다. 이에 발맞춰 최수진 의원 등 10인은 2024년 9월, 합성생물학 연구개발의 기반을 조성하고 이를 통해 국민경제의 지속적인 발전과 국민 삶의 질 향상에 기여하기 위해 '합성생물학 육성법안'을 발의하였다. 이러한 전략의 연장선상으로 지난 3월 11일 국회 과학기술정보방송통신위원회는 전체회의를 열고 합성생물학을 국가적 혁신 기술로 육성하는 내용의 '합성생물학 육성법' 제정안을 의결했다. 국회 법제사법위원회는 26일 전체회의를 열고 과학기술정보방송통신위원회 소속 국민의힘 최수진 의원 등이 발의한 합성생물학 육성법 제정안을 원안대로 통과시켰다. 이 법안은 합성생물학의 육성과 추진 체계를 마련하기 위해 5년마다 합성생물학 육성 기본계획 및 연차별 시행계획을 수립·시행하고, 산·학·연이 참여하는 합성생물학 발전협의회를 구성·운영할 수 있도록 규정하고 있다. 특히, 핵심 인프라인 바이오파운드리 설치 및 운영, 합성생물학 연구데이터의 활용 촉진 및 지원, 기술 표준화, 전문 인력 양성, 국제 협력 추진 등에 대한 지원 근거를 마련하는 것이 주요 내용이다. 이에 따라 다양한 바이오파운드리 기반 기술개발 사업이 계획 중이며, 2025년 3월 현재 연구재단에서는 신규 과제 공모가 활발히 이루어지고 있다. 이를 통해 대한민국 합성생물학 기술이 초격차 수준으로 발전할 것이 기대된다.[16]

References

- [1] doi.org/10.1126/science.adu2454
- [2] 생물학연구정보센터, 합성생물학의 핵심 허브: 바이오파운드리
- [3] <https://www.precedenceresearch.com/synthetic-biology-market>
- [4] 한국바이오협회, https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=report&idx=224
- [5] KISTI, DATA INSIGHT 제43호: 합성생물학의 데이터 기반 글로벌 연구동향과 국가경쟁력 분석
- [6] 과학기술정보통신부, 23년 10월 30일 보도자료
<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3183610&searchOpt=ALL&searchTxt=>
- [7] 과학기술정보통신부, 25년 1월 23일 보도자료
<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=307&mPid=208&pageIndex=1&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3185406&searchOpt=ALL&searchTxt=>
- [8] <https://www.theguru.co.kr/news/article.html?no=83328>
- [9] <https://n.news.naver.com/article/421/0008085912?sid=103>
- [10] doi.org/10.1038/s41467-025-56856-0
- [11] doi.org/10.1093/nar/gkaf009
- [12] doi.org/10.1093/nar/gkae1292
- [13] doi.org/10.1002/advs.202411769
- [14] 합성생물학 지식·정보허브, October '24 Issue
https://www.bics.re.kr/synbio_korea/smi/search
- [15] KBCH, 합성생물학 및 적용산물 규제·관리 정책 전망보고서(개정판)
https://www.biosafety.or.kr/portal/page/e_04?bbscttPid=5587&bbsPid=2&totalCnt=&bbscttCIPid=&searchCode=A&searchText=&bbsPid=2&pageSize=15&pageNumber=1&
- [16] https://likms.assembly.go.kr/bill/billDetail.do?billId=PRC_B2C4A0B7Q1Q2O1N6O0M5M0U2V6T6U6

한국합성생물학발전협의회 집필위원회를 소개합니다.

위 원 장 : 오민규 운영위원(고려대학교)

부위원장 : 이선재 위원(융합분과, GIST)

집필위원 :

이선재 교수(GIST)

이준구 교수(포항공과대학교)

양동수 교수(고려대학교)

서승오 교수(서울과학기술대학교)

이지연 연구원(국가생명공학정책연구센터)

김민정 연구원(국가생명공학정책연구센터)

2025

한국생물공학회 춘계학술대회 및 국제심포지엄 부스 운영 안내

한국생물공학회 부스에서 여러분을 기다리고 있습니다!
방문해 주신 분들께서는 특별한 사은품도 준비했습니다.
많은 관심과 방문 부탁드립니다!

· 부스위치 : 대전컨벤션센터(DCC) 제1전시장
· 운영일정 : 2025. 04. 03(목) ~ 04.04(금)

놓치지 마세요 ^o^

제1호 발간에

포항공과대학교 이준구 교수님, 김다영님께서
집필에 수고해 주셨습니다.



이준구 교수님



김다영 대학원생

발행일 : 2025년 3월

발행처 : 대전광역시 유성구 과학로 125, KOBIC동 1323호, 한국합성생물학발전협의회(KSBA) 사무국

전 화 : 042-860-4371~81

이 메 일 : wogml919@kribb.re.kr; kmyang@kribb.re.kr.