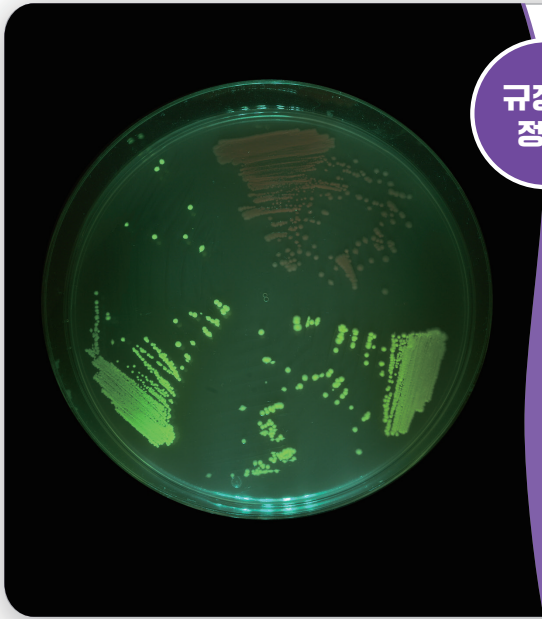




규정과
정책

한국, 세계 최초 합성생물학 육성법 제정

2025년 4월, 우리나라는 세계 최초로 ‘합성생물학 육성법’을 제정하며 바이오경제 시대의 본격적인 막을 올렸다. 이 법안은 DNA, RNA 등 생명체 구성 요소를 설계하고 제작해 새로운 기능을 창조하는 ‘합성생물학’ 분야의 발전을 촉진하고, 이를 통해 국가의 미래 성장동력을 확보하기 위한 법적·제도적 기반을 마련한 것이다.



규정과
정책

합성생물학과 AI를 통한 바이오 혁신 가속화

과학기술정보통신부는 지난 4월 30일 제42회 생명공학정책심의회를 통해 「AI바이오 확산전략」과 「합성생물학 육성을 위한 실행전략(안)」을 심의·확정하였다.



규정과
정책

대전, 국내 최초 합성생물학 특구 지정

대전시는 2024년 5월 21일 중소벤처기업부로부터 국내 최초로 ‘합성생물학 기반 첨단바이오제조 글로벌 혁신특구’로 지정 받았다. 이번 특구 지정은 대전이 미래 바이오산업의 핵심 거점으로 성장하는 중요한 전환점이 되었으며, 대덕연구개발특구와 대덕테크노밸리 일대 245.3km² 규모로 조성된다.



기술
동향

10만 염기쌍 규모 DNA 합성 기술개발 성공

바이오니아(대표 박한오)는 지난 5월, 최대 10만 염기쌍(100kb)에 이르는 DNA를 정밀하게 합성하고 조립할 수 있는 새로운 유전자 합성 기술을 개발했다. 이 기술은 짧은 올리고 뉴클레오타이드로부터 복잡하고 긴 DNA 서열을 정확하게 제작하는 데 중점을 두고 있으며, 자체 개발한 고효율 플랫폼을 기반으로 구축되었다.



기술
동향

생명연, 고효율 다중 유전자 편집 기술개발

한국생명공학연구원 이대희 박사 연구팀이 한 번에 6개 이상의 유전자를 동시에 편집할 수 있는 고효율 유전자 가위 기술을 개발했다. 이 기술은 합성생물학 기반의 새로운 sgRNA 배열 방식을 활용하여 유전자 편집의 효율성과 안정성을 크게 향상시켰다.



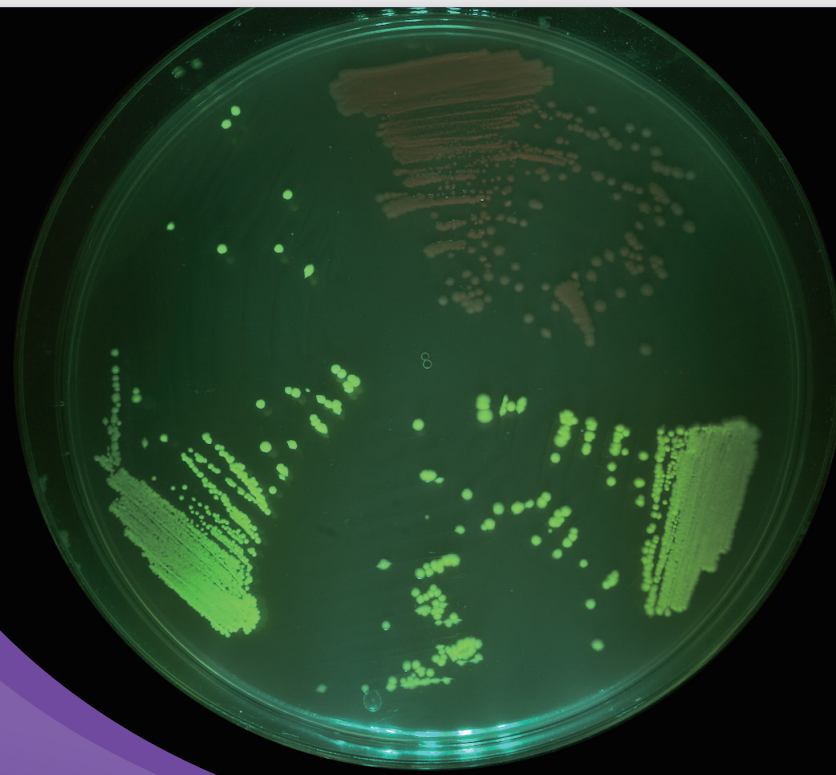
기술
동향

첨단바이오 석학 한자리에, 2025 한국생물공학회 춘계학술대회 개최

지난 4월 2일부터 4일까지 3일간 대전컨벤션센터에서 ‘2025 한국생물공학회 춘계학술발표대회 및 국제심포지엄’이 “Emerging Trends and Innovations in Translational Biotechnology”를 주제로 개최되었다.

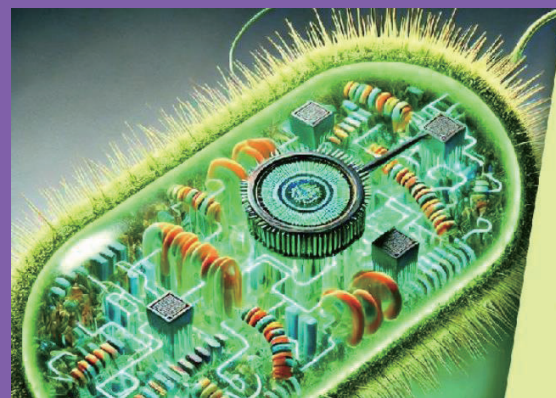
한국, 세계 최초 합성생물학 육성법 제정

규정과 정책

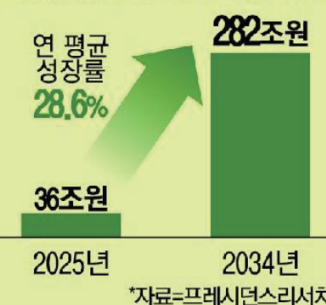


2025년 4월, 우리나라는 세계 최초로 '합성생물학 육성법'을 제정하며 바이오경제 시대의 본격적인 막을 올렸다. 이 법안은 DNA, RNA 등 생명체 구성 요소를 설계하고 제작해 새로운 기능을 창조하는 '합성생물학' 분야의 발전을 촉진하고, 이를 통해 국가의 미래 성장동력을 확보하기 위한 법적·제도적 기반을 마련한 것이다.

합성생물학은 생명체의 유전 정보를 설계하고 조작하여 새로운 생물학적 기능이나 시스템을 창출하는 학문이다. 이는 기존의 생명공학 기술을 넘어, 생명체를 '프로그래밍'하듯이 다룰 수 있는 차세대 기술로 평가받고 있다. 2022년 미국 백악관 보고서에 따르면, 향후 10년 내 미국 제조산업의 30% 이상이 바이오 기반으로 대체될 것으로 전망하고 있다. 중국과 일본도 바이오 제조에 대규모 투자를 진행 중이며, 이러한 글로벌 추세에 발맞추어 우리도 바이오경제로의 전환이 필수적인 과제로 떠올랐다.



합성생물학 세계시장 규모



합성생물학 육성법 주요 내용

- 합성생물학 육성 기본 계획 5년마다 수립
- 합성생물학 전문 인력 양성· 확보 및 국제 협력 추진
- 바이오 파운드리 구축· 운영 근거
- 합성생물학 발전협의회 설치· 운영 법적 근거
- 합성생물학 국가연구개발 사업 추진 근거

이에 우리 정부는 국가 차원에서 합성생물학을 육성하기 위해 세계에서 첫 번째로 합성생물학 육성법 제정을 추진한 것이다.

합성생물학 육성법은 합성생물학 분야 연구개발의 기반을 조성하고 안정성을 확보하며, 합성생물학을 이용한 과학기술 혁신을 촉진하여 국민경제의 지속적인 발전과 국민의 삶의 질 향상에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있다. 더불어, 5년마다 합성생물학육성기본계획을 수립하고, 연도별 시행계획을 수립하는 것과 함께, 합성생물학 육성을 위해 관계 법령 및 제도 개선을 권고하고, 효율적인 정책 수립을 위한 통계 작성 및 기술영향평가 추진을 담고 있다.

그 외 연구개발 거점기관 지정 및 공공바이오파운드리 구축 및 운영, 안전관리체계 구축 및 운영 등의 내용을 담고 있다.

합성생물학 육성법은 국무회의 의결 및 공표를 거친 후, 26년부터 시행될 예정이며, 주무부처인 과기정통부는 시행령 등 하위 법령 제정 등의 후속조치를 추진할 계획이라고 밝혔다.

합성생물학과 AI를 통한 바이오 혁신 가속화

규정과 정책



과학기술정보통신부는 지난 4월 30일 제42회 생명공학종합정책심의회를 통해 「AI바이오 확산전략」과 「합성생물학 육성을 위한 실행 전략(안)」을 심의·확정하였다.

지난 4월 22일 세계 최초로 제정한 합성생물학 육성법에 맞춰 합성생물학 분야의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해 전략적 기술개발, 핵심 인프라 구축, 기술 확산 등을 체계적으로 지원할 계획이다.



합성생물학 기술경쟁력 제고를 위해 29년까지 국가 바이오 파운드리를 구축하고, 바이오파운드리를 활용하여 스케일업과 제조 공정 최적화를 지원하는 디지털 기반 바이오 제조 혁신 거점을 조성하여 제조 역량을 확보할 계획이라고 밝혔다.

26년 시행을 예정하고 있는 합성생물학 육성법에 따라 5년 주기로 합성생물학 기본계획을 수립하고, 연구개발 지침과 안전관리 체계 등을 마련할 계획이다.

[생명공학종합정책심의회 개요]

- **법적근거** 생명공학육성법 제7조 및 동법 시행령 제5조
- **주요기능** 생명공학육성기본계획, 생명공학기술개발·산업화 촉진에 관한 세부전략·계획 수립, 집행·조정 등 심의·의결
- **구성** 위원장(과기정통부 장관), 8개 관계부처 위원, 민간전문가(8인) 등 17인

대전, 국내 최초 합성생물학 특구 지정

규정과 정책

대전시는 2024년 5월 21일 중소벤처기업부로부터 국내 최초로 '합성생물학 기반 첨단바이오제조 글로벌 혁신특구'로 지정받았다. 이번 특구 지정은 대전이 미래 바이오산업의 핵심 거점으로 성장하는 중요한 전환점이 되었으며, 대덕연구개발특구와 대덕테크노밸리 일대 245.3㎢ 규모로 조성된다.

	사업기간	2025. 6. 1. ~ 2029. 12. 31.(4년)
	위치·면적	대전 대덕연구개발특구, 대덕테크노밸리 등 일원(245.3㎢)
	사업내용	공공인프라제공: 바이오파운드리 베타시설, LMO 생산시설 규제혁신: 글로벌 수준의 합리적 규제 도입 수요중심 R&D: 기업 및 시장수요 기반 핵심기술 개발 글로벌 진출: 국제공동 R&D, 해외 인증
	재정지원	271.6억원 · 국제공동 R&D: 72.0억원 · 실증지원: 100.4억원 · 기반조성 및 검증: 88.0억원 · 운영지원: 11.2억원



특구는 2029년 12월까지 272억 원을 투입하여 운영되며, 사업 성과에 따라 2년 연장이 가능하다. 대전시는 이를 통해 공공 인프라 구축, 규제 완화, 수요 맞춤형 연구개발, 해외 진출 지원 등 다방면에서 첨단 바이오제조 산업을 전략적으로 육성해 나갈 계획이다.

특구에는 한국생명공학연구원, KAIST, 대전테크노파크 등 주요 연구기관들이 참여하여 LMO 실증과 상용화 기반을 마련한다. 특히 AI와 로봇을 접목한 '바이오파운드리'와 공공 mRNA/DNA 생산시설을 구축하여 고속·자동화된 기술 지원 체계를 구축할 예정이다.

또한 규제 특례 제도를 적극 활용하여 기업들의 행정 부담을 줄이고, 해외 인증·컨설팅 및 글로벌 군주 개발 등을 통해 국제 진출을 적극 지원한다. 이러한 종합적인 지원을 통해 대전시는 약 1,596억 원의 생산유발효과와 521명의 고용유발효과를 달성할 것으로 기대하고 있다.

이번 혁신특구 지정은 대전이 오랫동안 축적해온 R&D 역량과 전략적 투자가 결실을 맺은 성과로 평가되며, 첨단 바이오제조 분야에서 국가 경쟁력을 한층 높이는 중요한 계기가 될 것으로 전망된다.

첨단바이오제조 혁신 산업 생태계 조성

- 연구개발부터 생산까지 이어지는 상업화 전주기 환경 조성

연구 혁신 바이오파운드리 활용한 고성능 소재 개발	제조 혁신 공공 LMO 생산시설 운영을 통한 산업화 가속	시장 검증 시제품 생산 지원 및 상업화 검증으로 신속 시장 진출	투자 확산 첨단바이오제조 성과창출을 통한 기업 투자 확산
--	---	--	--



10만 염기쌍 규모 DNA 합성 기술개발 성공

기술
동향

바이오니아(대표 박한오)는 지난 5월, 최대 10만 염기쌍(100kb)에 이르는 DNA를 정밀하게 합성하고 조립할 수 있는 새로운 유전자 합성 기술을 개발했다.

이 기술은 짧은 올리고뉴클레오타이드로부터 복잡하고 긴 DNA 서열을 정확하게 제작하는 데 중점을 두고 있으며, 자체 개발한 고효율 플랫폼을 기반으로 구축되었다.

특히 합성에 필요한 핵심 원재료를 내부에서 직접 생산함으로써 고품질을 확보하는 동시에 가격 경쟁력까지 갖추게 되었다. 이를 통해 대규모 유전체 분석 프로젝트나 복잡한 서열이 요구되는 합성생물학 분야 연구자들에게 실질적인 기술적 대안을 제공할 수 있게 되었다.

바이오니아는 기존 유전자 합성 기술의 고도화에도 성공했다. 독자적인 올리고 설계 기술을 통해 합성 과정에서 발생하는 농도 편차 문제를 최소화하고, 초기 단편 조립 성공률을 99% 이상으로 끌어올렸다. 이 기술은 인공지능을 활용한 자동화 시스템으로 발전하고 있으며, 향후에는 최소 인력으로 수천 개의 유전자 단편을 자동 생산할 수 있는 체계 구축을 목표로 하고 있다.

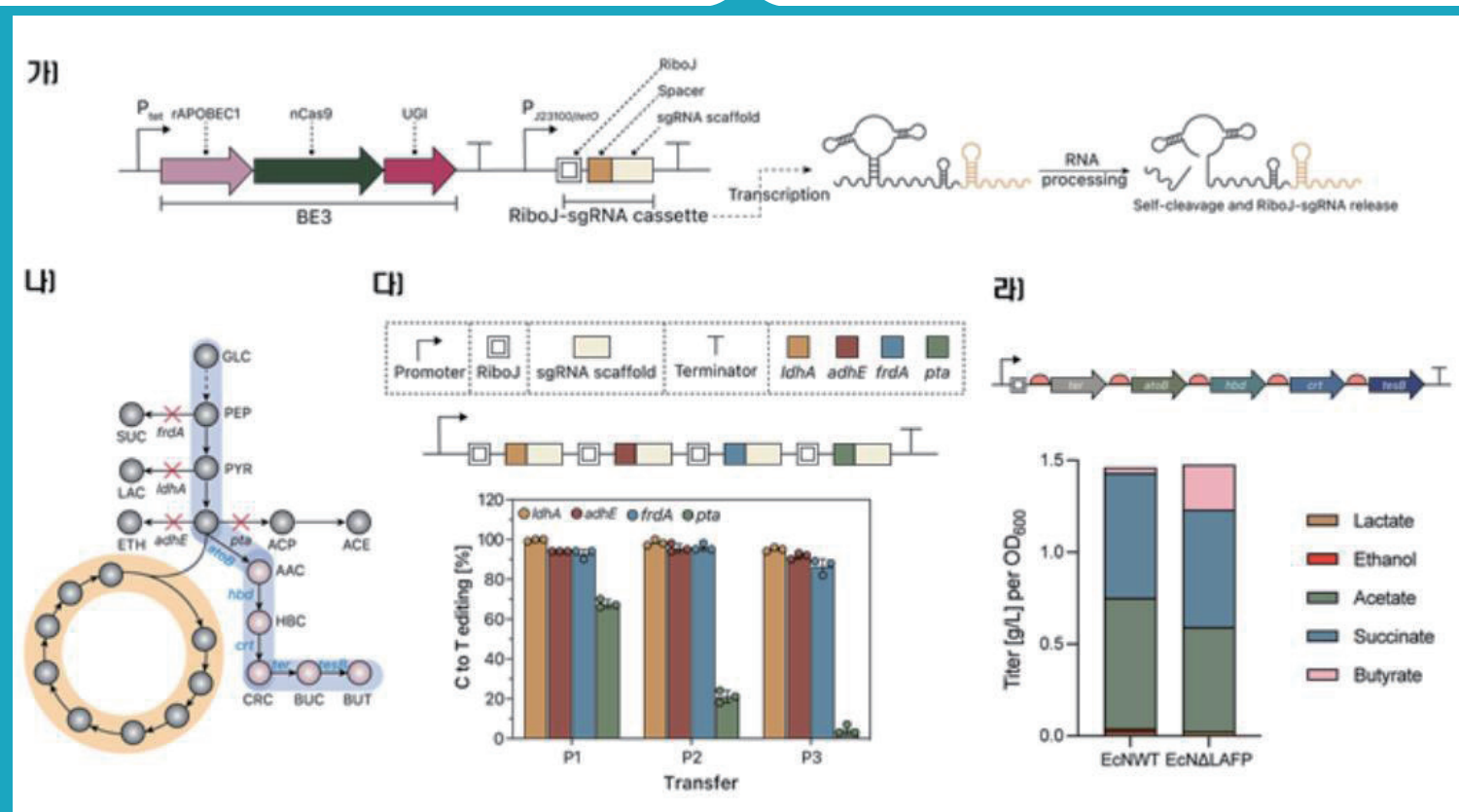
DNA 조립 과정에서는 겹순 조립, 생체 내 조립, 자체 개발한 단편 조립 기술 등 다양한 기법을 활용하여 긴 서열을 효율적으로 연결한다. 최종 합성된 유전자는 생어 염기서열 분석을 통해 100% 정확성을 검증하며, 고객 맞춤형 벡터 클로닝이나 mRNA 합성 등의 부가 서비스도 함께 제공된다.

바이오니아는 이번 기술개발이 기존 유전자 합성의 한계를 뛰어넘는 중요한 전환점이 될 것으로 전망하고 있다. 특히 짧은 DNA 조각을 정밀하게 이어붙여 원하는 긴 유전 정보를 구현하는 기술은 합성생물학의 가능성을 크게 확장시키는 계기가 될 것으로 기대된다.

생명연, 고효율 다중 유전자 편집 기술개발

기술
동향

한국생명공학연구원 이대희 박사 연구팀이 한 번에 6개 이상의 유전자를 동시에 편집할 수 있는 고효율 유전자 가위 기술을 개발했다. 이 기술은 합성생물학 기반의 새로운 sgRNA 배열 방식을 활용하여 유전자 편집의 효율성과 안정성을 크게 향상시켰다.



연구팀은 외부 유도물질 없이도 스스로 RNA를 절단하고 주변 유전자의 영향을 받지 않는 리보자임 기술을 접목했다. 이를 기반으로 여러 sgRNA를 안정적으로 처리하는 RAMBE 시스템과 반복 서열 없이 배열할 수 있는 NR-RAMBE 시스템을 함께 개발했다. NR-RAMBE는 기존 RAMBE 대비 DNA 합성과 조립 과정을 단순화하며 유전자 편집 실패율도 현저히 낮춘 진화된 기술이다.

이 기술을 대장균에 적용한 결과, 동시에 6개 이상의 유전자 편집에 성공했으며, 부티르산 생산량은 최대 7배 증가하고 아세트산 소비도 조절하여 전체 대사 경로를 최적화할 수 있었다. 사용된 균주는 인체 장내와 유사한 저산소 환경에서도 잘 자라는 프로바이오틱스로 실용화 가능성이 높다.

이번 연구는 sgRNA의 반복 서열 문제, 합성의 복잡성, 배열 오류 등 기존 다중 유전자 편집 기술의 병목을 효과적으로 해소했다는 데 큰 의미가 있다. 특히 NR-RAMBE 시스템은 바이오파운드리 같은 자동화 유전체 기술과의 연계에도 적합하며, 의료용 및 산업용 미생물 개발에 폭넓은 응용 가능성을 지닌다.

이대희 박사는 “크리스퍼 유전자가위를 활용한 다중 유전자 편집에서 가장 어려운 sgRNA 배열 문제를 합성생물학 기술로 극복했다는 점이 이번 연구의 핵심”이라고 밝혔다. 연구 성과는 『Chemical Engineering Journal』 4월 온라인판에 게재되었다.

첨단바이오 석학 한자리에, 2025 한국생물공학회 춘계학술대회 개최

기술
동향



지난 4월 2일부터 4일까지 3일간 대전컨벤션센터에서 '2025 한국생물공학회 춘계학술발표대회 및 국제심포지엄'이 "Emerging Trends and Innovations in Translational Biotechnology"를 주제로 개최되었다. 이번 학회에는 국내외 합성생물학을 비롯한 바이오 분야의 최고 전문가들이 참여했으며, 총 25개의 세션을 통해 신규 바이오마커 및 약물 전달 플랫폼, 무세포 시스템 기반 차세대 단백질 생산 기술, 합성생물학을 활용한 신규 치료물질 탐색 등 다양한 주제가 논의되었다.

특히 이번 행사에서는 국내 생명공학 분야의 신진 연구자들이 합성생물학의 현황과 연구 환경에 대한 의견을 활발히 제시했다. 이들은 국내 기술 수준이 미국의 약 60~80%에 이르며, 일부 분야에서는 세계 최고 수준과 견줄 만하다고 평가했다. 그러나 국가 경쟁력을 확보하기 위해서는 인력 양성과 제도적 지원이 뒷받침되어야 한다는 점을 강조했다.



연구비 지원 구조에 대한 문제도 제기됐다. 현재는 대형 과제 위주의 예산 편성으로 인해 신진 연구자들이 과제를 수주하기 어려운 구조이며, 지원 단위를 줄이더라도 더 많은 연구자에게 기회를 제공하는 방식이 보다 실효성 있다는 제안이 나왔다. 단위 예산이 커진 대신 경쟁이 과열되면서 실질적 기회는 줄어들고 있다는 것이다.

합성생물학이 다학제적 융합을 필요로 하는 분야임에도 불구하고, 국내 대학 대부분의 교육과정은 이를 충분히 반영하지 못하고 있는 점도 우려로 지적됐다. 또한, 합성생물학과 관련한 윤리 기준 역시 정부 주도가 아닌 연구자 참여 중심의 유연한 방식으로 마련돼야 한다는 목소리도 나왔다. 지방대학은 인구 감소와 인재 유치의 어려움이라는 구조적 문제에 직면해 있지만, 장비 인프라는 공동장비운영센터 등을 통해 일정 부분 해소되고 있다고 평가됐다.

한편, 기조강연자로 참석한 UC샌디에이고의 버나드 팔슨 교수는 시스템생물학과 합성생물학이 인공지능(AI)과 결합되면서 새로운 연구 패러다임이 열리고 있다고 진단했다. 그는 유전체 분석 비용의 급감과 데이터 기반 연구의 확대가 AI 도입을 가속화하고 있지만, 여전히 생명과학 분야에서는 양질의 데이터가 부족하다는 점을 지적하며, 생물학적 지식을 반영한 '설명 가능한 AI' 개발의 중요성을 강조했다.

팔슨 교수는 한국이 추진 중인 K-바이오파운드리 사업이 AI 기반 바이오데이터를 실제 제품으로 전환하는 데 핵심 역할을 할 것으로 전망했다. 또한, 미생물 전사체 데이터를 유전자 모듈 단위로 분해해 기능을 분석하는 '아이모듈온(iModulon)' 개념을 소개하며, AI와 시스템생물학의 융합이 바이오 설계 및 응용의 미래를 주도할 것이라고 밝혔다.

이번 학술대회는 국내 신진 연구자들의 현실적인 목소리와 세계 석학의 통찰이 함께 어우러진 자리로, 한국 합성생물학과 시스템생물학의 미래 방향을 모색하는 데 의미 있는 기회를 제공하였다.