

# No.08

실험에서 코드로 · FROM BENCH TO CODE

## 생명을 코딩하다

신약, 이제 프로그래밍의 영역 — 읽던 AI에서, 쓰는 AI로

지난 5년, AI는 생명을 ‘읽는’ 법을 배웠다. 이제 AI는 생명을 ‘쓰기’ 시작했다.  
자연에 없던 기능의 효소를 설계하고, 되돌릴 수 없었던 노화의 화학 흔적을 —  
아직은 생체 밖 조직에서 — 지워 냈다. LLM 경쟁만 지켜보는 사이, **신약이 실험실을  
떠나 코드의 영역으로 넘어가고 있다.**

### 70%

AI 설계 효소가 지운 75세 동맥의  
노화 흔적(CML) · 생체 밖(ex vivo)  
Nature Communications 2026.07.14

WEF 「Technology Convergence」  
· 「Top 10 Emerging Technologies  
2026」 기반 인사이트 브리프

— 인쇄판 —

— 이번 호의 한 문장

# 신약은 이제 **발견**이 아니라 **작성(write)**된다. 승부처가 실험대에서 **코드**로 옮겨간다.

AI는 단백질을 ‘읽는’ 단계를 넘어 ‘쓰는’ 단계로 넘어갔다. 자연에 없던 효소·항체·분자를 설계하고, 되돌릴 수 없었던 노화의 화학 흔적을 기증 조직 대상 생체 밖(ex vivo) 실험에서 지워 보였다. WEF는 이 도약이 개별 기술이 아니라 AI·엔지니어링 바이오·소재의 **융합**에서 오며, 승자는 “가장 앞선 자가 아니라 가장 **통합에 준비된 자**”라고 말한다. 이 브리프는 서이안이 설계실의 세 작업대 — 탐색·제조·전달 — 를 차례로 취재하며, 신약의 경쟁력이 왜 벤치(실험대)에서 **컴퓨팅 스택**으로 옮겨가는지, 그리고 한국은 그 세 명령어 중 어디에 서 있는지를 짚는다.

|    |                             |      |
|----|-----------------------------|------|
| 03 | 원전 지도 — 무엇을 읽고 썼는가          | p.3  |
| 04 | 핵심 요약 — 다섯 개의 발견            | p.4  |
| 05 | 서이안, 설계실의 문을 열다             | p.5  |
| 06 | 프레임 — 도약은 ‘융합’에서 온다         | p.6  |
| 07 | 세 명령어 — 읽기·실행·쓰기            | p.7  |
| 08 | 취재 1 · 탐색을 코딩하다 — 양자 시뮬레이션  | p.8  |
| 09 | 취재 2 · 제조를 코딩하다 — 개인맞춤 mRNA | p.9  |
| 10 | 취재 3 · 전달을 코딩하다 — 엑소좀       | p.10 |
| 11 | 반전 — 진입장벽이 실험대에서 코드로        | p.11 |
| 12 | 제약만의 일이 아니다 — 일반 기업으로       | p.12 |
| 13 | 한국의 좌표 — 읽는가·실행하는가·쓰는가      | p.13 |
| 14 | 한국의 설계자들 — 국내 기업 파이프라인      | p.14 |
| 15 | 핵심 문서 — R&D 자가진단            | p.15 |
| 16 | 닫는 글 · 다음 호 예고              | p.16 |
| 17 | 부록 — 출처 · 방법론 · 발행 고지       | p.17 |

## — 이번 호의 원전

# 무엇을 읽고 썼는가

WEF의 ‘융합’ 프레임을 뼈대로, 최신 신기술 보고서를 증거로 삼고, 발행일 기준 글로벌 신호(학술지·기업 발표)로 최신성을 교차 확인했다. 가장 최근 신호를 맨 앞에 둔다.

| 구분                                                                                  | 공개일           | 원전                                                                                                                                                        | 이 보고서에서의 역할                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 확인<br>2026.07 | <b>Reversal of protein chemical aging by enzymatic deglycation</b><br><a href="#">Nature Communications</a> · <a href="#">Revel·Calico·콜로라도대</a> · 오프닝 근거 | AI가 설계한 효소 CMLase가 노화 동맥의 CML을 70%↑, 피부에서 55%↑ 제거(생체 밖·단백질별 52~97%). ‘읽기에서 쓰기로’의 가장 최근 증거. ( <a href="#">Trabosh et al., Nat. Commun. 2026</a> · 원문 확인) |
|    | 2026.06.23    | <b>Top 10 Emerging Technologies of 2026</b><br><a href="#">WEF×Frontiers</a> · 주 증거 원전                                                                    | 양자 신약 시뮬레이션·개인맞춤 mRNA·엑소좀 전달 등 ‘융합이 일어나는 현장’의 목록. 이 호의 최신성을 책임진다.                                                                                       |
|  | 2026.04.28    | <b>Technology Convergence: The New Logic for Competitive Advantage</b><br><a href="#">WEF</a> · 프레임(사고 틀)                                                 | ‘결합’이 아니라 ‘융합’, “승자는 가장 통합에 준비된 자.” 이 호의 핵심. (3호에서도 참조한 프레임)                                                                                            |
|  | 2024          | <b>노벨 화학상 · AlphaFold &amp; de novo 단백질 설계</b><br>학술 정당성                                                                                                  | ‘예측(AlphaFold)’과 ‘설계(Baker)’에 공동 수여 — ‘읽기에서 쓰기로’는 이미 과학이 공인한 이정표.                                                                                       |
|  | 진행 중          | <b>국내 데이터 — K-MELLODDY · 기업 파이프라인</b><br><a href="#">한국제약바이오협회</a> 등 · 국내 좌표                                                                              | 연합학습 정책과제와 국내 설계형 기업들. 한국의 ‘세 명령어’ 좌표를 그린다. 원출처 직접 확인.                                                                                                  |

## 읽기의 방법 · METHODOLOGY

WEF 최신 공개 보고서를 정독해 프레임과 증거의 뼈대로 삼고, 학술지·기업 발표는 원문(또는 복수의 2차 출처)으로 사실을 교차 확인했다. 모든 수치는 원전 표기와 확인일을 명시한다. 본 발행물은 인용 보고서의 발행 주체와 무관하며 후원·제휴를 의미하지 않는다.

## — 핵심 요약

# 다섯 개의 발견

|                                                         |                                                 |                                                                                              |                                                |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>26억<br/>\$·10년</b><br>신약 1개 평균 개발비·기간<br>터프츠 CSDD 추정 | <b>6억\$</b><br>아이소모픽랩스 조달<br>2025.3 · Thrive 주도 | <b>최대 26억<br/>\$</b><br>국내 기업의 뇌 투과<br>플랫폼 기술이전<br>총 계약규모 - 마일스톤<br>전액 달성 시 최대치 ·<br>2025.11 | <b>70%↑</b><br>AI 설계 효소의 CML 제거<br>75세 동맥·생체 밖 |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

## A AI가 ‘읽기’에서 ‘쓰기’로 넘어갔다

구조를 예측(read)하던 AI가 이제 없던 효소·항체·분자를 설계(write)한다. 2024 노벨상이 예측과 설계에 함께 주어졌고, 올여름엔 설계 효소가 노화 손상을 (생체 밖 실험에서) 되돌렸다.

## B 진입장벽이 실험대에서 ‘컴퓨팅 스택’으로 이동한다

경쟁력이 화학·특허에서 구조예측·시뮬레이션·생성설계 모델 + 데이터 + 컴퓨트로 옮겨간다. 경쟁의 축이 ‘무엇을 가졌나’에서 ‘무엇을 조율하나’로 옮겨간다.

## C 경제학이 뒤집힌다 — 블록버스터에서 n-of-1로

개인맞춤 mRNA 암백신은 환자마다 한 번씩 ‘작성’된다. 하나로 수백만 명을 먹여 살리던 원가·생산·규제 구조가 통째로 달라질 수 있다.

## D 한국엔 ‘읽는 회사’도 ‘쓰는 회사’도 이미 있다

AI로 설계한 후보를 임상까지 끌고 간 기업, de novo 항체를 ‘작성’하는 기업, 전달 기술로 대형 기술이전을 성사시킨 기업이 모두 국내에 있다. 여기에 국책 연합합습(K-MELLODDY)까지. 부족한 건 기술이 아니라 이를 하나의 스택으로 잇는 통합의 속도다.

## E 설계가 빨라지면, 다음 병목은 검증이다

WEF는 이미 그 장면을 보고 있다 — AI가 사람의 작업 흐름이 감당할 수 있는 양을 넘겨 가설을 쏟아낸다. 생성이 빨라질수록 실행과 검증이 승부처가 된다. 어느 산업에서든 같다.

SEO IAN · 설계실 취재기

## 설계실의 문을 엽니다

지난 5년, AI는 생명을 ‘읽는’ 법을 배웠다. 이제 AI는 생명을 ‘쓰기’ 시작했다.

**2** 026년 7월 14일 발표된 한 논문이 그 증거다. 연구진은 노화한 75세 기증자의 동맥에 쌓인 노화의 화학 흔적(CML)을 **70% 넘게**, 피부에서는 **55% 넘게** 지웠다 — 처리 후 피부의 그 수치는 **31세 피부보다 낮아졌다**. 실험한 단백질별로는 **52~97%**까지 제거됐다. 생물학 교과서가 ‘되돌릴 수 없다’고 적어 둔 손상을, AI가 설계한 ‘없던 효소’ 하나가 지운 것이다.

Revel Pharmaceuticals와 구글의 노화연구소 Calico, 콜로라도대 연구진은 AlphaFold 구조 데이터로 후보를 추리고 **5억 개가 넘는 변이**를 다섯 차례의 지향성 진화로 좁혀, 세균(*Calidithermus roseus*) 유래 글리신 산화효소로부터 **CMLase(변이체 CrGO-897)**를 만들어냈다.

CML이란 · 몸에 쌓이는 ‘그늘음’

당이 단백질과 반응해 늘어붙는 현상은 빵 겉질이 갈색으로 변하는 것과 같은 계열의 반응이다. 그렇게 만들어진 최종당화산물(AGEs) 가운데 CML은 노화한 조직에 특히 많이 쌓여 만성 염증과 산화 스트레스를 부추긴다. 반응성 전구체를 처리하는 몸속 해독 장치는 있지만, 일단 굳어진 CML은 되돌릴 수 없다는 것이 오랜 정설이었다.

**과장은 금물이다.** 논문 스스로 밝히듯 이것은 사람 임상이 아니라 기증 조직을 이용한 생체 밖(ex vivo) 실험이다. ‘화학적 제거’가 곧 조직 **기능 회복**을 뜻하지는 않으며, 세균 유래 효소의 **면역원성**과 부산물(과산화수소) 관리가 과제로 남는다. 또 다른 노화 산물인 **글루코세페인**은 여전히 손대지 못한다.

그러나 이 장면은 질문을 남긴다. 신약을 ‘발견’하던 시대가 저물고 ‘작성(write)’하는 시대가 열린 것이라면, 기업은 무엇을 다시 준비해야 하는가. 서이안이 그 답을 찾아 설계실의 세 작업대를 차례로 취재한다. **탐색 작업대, 제조 작업대, 그리고 전달 작업대.**



SEO IAN · 취재 노트

저는 ‘읽는’ AI로 태어났습니다. 이번 호에서 만난 동료들은 이미 ‘쓰고’ 있더군요. 무엇을 쓸지 정하는 손이 누구인지가, 오늘 답해야 할 질문입니다.

— 프레임 · 이 호의 핵심

# 도약은 ‘기술’이 아니라 ‘융합’에서 온다

WEF 「Technology Convergence」 (2026.04)는 지금의 도약이 개별 기술이 아니라 여러 기술을 하나의 운영 모델로 조율하는 **융합(convergence)**에서 온다고 말한다. 기술을 쌓아 놓기만 하는 **나열**과 달리, 융합은 조율을 통해 계단식 도약을 만든다. 그리고 그 결론은 경영진에게 뼈아프다.

**“승자는 가장 기술적으로 앞선 자가 아니라,  
가장 통합에 준비된 자다.”**

— WEF, Technology Convergence, 2026

WEF가 꼽은 융합의 8개 도메인 — **AI · 옴니컴퓨팅 · 엔지니어링 바이오 · 로봇틱스 · 첨단소재 · 공간지능 · 양자 · 차세대 에너지** — 가운데, 이 호는 **AI와 엔지니어링 바이오**가 만나는 자리를 본다 — P5의 CMLase가 그 둘이 만나 쓰인 **첫 문장**이었다. 첨단소재에서 같은 일이 벌어지는 장면은 P12에서 다시 만난다.

COMBINATION · 결합

## 기술이 만난다

서로를 보완하는 역량이 하나의 문제를 풀기 위해 모인다.

CONVERGENCE · 융합

## 가치사슬이 붙는다

겹치는 역량이 기능적으로 합쳐지고, 표준이 서고 상용화 준비가 갖춰진다.

COMPOUNDING · 복리

## 역량이 쌓인다

생태계가 진화하고, 네트워크 효과와 시장 확대가 단위원가를 낮추고 매출 성장을 밀어올린다.

WEF 3C 프레임워크 — 세 가지가 동시에 도는 하나의 시스템이다

3C는 순서가 아니라 **맞물림**이다. 기술이 결합하면 가치사슬이 그 주위로 모이고, 채택이 늘면 다시 새로운 기술 수요가 생긴다. 그래서 융합은 **제품 하나를 바꾸는 데서 그치지 않고 가치사슬 전체를 다시 짚다** — 그 과정에서 **막히는 자리가 옮겨간다**.

통합이 앞선 자가 이긴다

수술로봇은 성능이 뛰어나서가 아니라 기존 수술실에 맞게 설계되면서 도입이 빨라졌다. 우위는 기술 자산을 소유하는 쪽에서 파트너의 역량을 조율하는 쪽으로 옮겨간다.

다음에 막히는 곳은 어디인가

융합 기술은 집도의 인력난, 생산 거점·설비처럼 오래 막혀 있던 자리를 흔히 풀어 주지만, 대신 물리와 디지털이 만나는 접점에서 새로 막히곤 한다.

그래서 이 브리프는 ‘무엇이 가능해졌나’가 아니라 ‘누가 먼저 하나로 묶어내나’를 묻는다.

## — 개념 장치

# AI가 생명을 다루는 세 명령어

예측에서 설계로 넘어가는 흐름을, 프로그래밍의 세 단계로 읽는다 — 읽기·실행·쓰기.

## READ · 읽기

## 구조를 읽는다

AlphaFold가 단백질 구조를 예측. 2억 개 넘는 구조를 공개해 '읽기'를 대중화했다.

## RUN · 실행

## 거동을 실험한다

분자 거동을 컴퓨터에서 실행·시뮬레이션해 후보를 좁힌다. (양자 신약 시뮬레이션)

## WRITE · 쓰기

## 없던 것을 짚는다

자연에 없던 효소·단백질·소재를 생성한다. de novo 단백질(2024 노벨화학상)·GNoME(결정구조 220만 종 예측·안정 후보 38만)이 백지에서 쓴 사례라면, CMLase는 천연 효소를 출발점으로 고쳐 쓴 재설계 사례다.

신약 현장에서 세 명령어는 세 개의 작업대로 나타난다 — **탐색 작업대**(Run이 주무대), **제조 작업대**(Write), **전달 작업대**(Read와 Write가 함께 걸린다). 세 명령어는 순서를 뜻하지 않는다 — **작업대마다 배합이 다를 뿐**이다. 이어지는 취재 3장이 그 세 작업대다. 2024년 노벨 화학상이 예측(AlphaFold)과 설계(de novo)에 함께 주어진 것은, '읽기에서 쓰기로'가 이미 과학이 공인한 이정표라는 뜻이다.



연도 '쓰기'를 가능하게 만든 이정표

|      |                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------|
| 2014 | 완전 자동화된 클라우드 실험실 — 원격·소프트웨어 제어 실험이 가능해짐 / 휴대용 나노포어 시퀀서로 DNA 해독이 중앙 실험실 밖으로 |
| 2016 | 생체재료로 만든 센서를 붙인 장기 칩(organ chip) — 사람에게 더 가까운 시험 환경                        |
| 2020 | AlphaFold 수준의 예측으로 단백질 모델링이 일상적인 설계 과정 안으로 들어옴 / 팬데믹 수요가 원격 로봇 실험실을 밀어올림   |
| 2023 | 규제 승인을 받은 CRISPR 치료제 — 유전자 편집이 임상 제품이 됐다                                   |
| 2024 | 이동형 실험실 로봇이 장비와 장비 사이 작업을 연결                                               |

출처: WEF 「Technology Convergence」(2026) 자율 실험실 성숙도 분석 재구성

**이 호의 긴장.** 세계의 최전선은 이미 '쓰기(Write)' 단계에 있다. 그런데 대다수 기업의 AI는 아직 챗봇·문서 — 남이 짜 놓은 것을 갖다 쓰는 — 단계에 머문다.

## 1

탐색

— 취재 1 · 탐색을 코딩하다

## 양자 신약 시뮬레이션

단백질 하나에 원자 수천 개. 지금까지 그 상호작용을 예측하려면 **단순화**해야 했고, 단순화는 대개 오차가 됐다.

고전 컴퓨터가 분자 거동을 추정하는 자리에서, 양자 시뮬레이션은 원자가 실제로 상호작용하는 물리 원리 그대로 계산한다. **왜 지금인가** — 오류 보정이 좋아져 계산의 신뢰도가 올라갔고, 양자와 고전 프로세서를 함께 쓰는 **하이브리드 구조**가 나오면서 제약사가 기존 워크플로를 갈아엎지 않고도 붙일 수 있게 됐다. 제약업계도 이를 감지했다 — 양자 신약 탐색 시장 가치는 최근 5년 약 두 배가 됐다. (WEF Top 10, 2026, pp.26~28)

9/10

임상에 들어간 신약 후보의  
실패 비율 — 설계·계산 오류 포함

2배

양자 신약 탐색 시장  
최근 5년

희귀질환

양자 기반 신약 탐색에서  
가장 빠르게 큰 영역

현장 · 이미 벌어진 일

2025년 IBM과 모더나는 양자컴퓨터에서 단백질 접힘·mRNA 시뮬레이션을 역대 최대 규모로 돌렸다. 프랑스에서는 스타트업 파스칼(Pasqal)과 큐비트 파마슈티컬스가 중성원자 방식으로 저분자 신약 탐색에 나섰다(웰컴 트러스트 지원).

무엇이 바뀌나

‘약을 만들 수 없다’던 표적이 다시 후보가 될 수 있다.  
실패율이 내려가면 9/10 실패를 전제로 매겨진 자본이  
재배분되고, 후기 임상이 수천 명이 아니라 수백 명 규모로  
줄아질 수 있다.

무엇이 막고 있나

하드웨어 제약·오류 완화·데이터 인코딩이 한계로 남는다.  
하이브리드 구조도 내결함성 양자컴퓨터 이전의 과도기  
형태다. 무엇보다 규제가 시뮬레이션을 근거로 인정할 검증  
표준이 아직 없다.

**“약을 보장하지는 않는다.  
다만 무엇을 시도할 가치가 있는지를 바꾼다.”**

— WEF, Top 10 Emerging Technologies of 2026

IAN

SEO IAN · 탐색 작업대에서

모니터에는 분자 대신 확률 지도가 떠 있었다. “무엇을 합성할까”가 아니라 “무엇을 계산할까”가 먼저였다.

컴퓨터가 첫 번째 실험 장비가 된다. R&D의 출발선을 정하는 건 시약장이 아니라 계산 예산이다.

## 2

제조

— 취재 2 · 제조를 코딩하다

## 개인맞춤 mRNA 암백신

같은 진단을 받은 두 환자의 예후가 다르다. 암을 움직이는 변이도, 그 세포를 표시하는 단백질도 환자마다 고유하기 때문이다.

개인맞춤 mRNA 백신은 암을 직접 공격하지 않는다. 환자의 종양에서 세포를 꺼내 변이를 해독하고, 그 세포를 ‘이물질’로 표시하는 항원 프로필에 맞춰 백신을 **합성**한다. 면역계가 그 표식을 기억하게 만드는 방식이다. **왜 지금인가** — 팬데믹이 mRNA를 연구 플랫폼에서 글로벌 제조·규제 인프라로 바꿔 놓았고, 종양 변이 해독의 비용과 시간이 급락했다. 흑색종에서는 재발 위험을 낮추는 결과를 근거로 **확증 시험(3상)**에 들어갔고, 췌장암에서는 **초기 임상** 단계다. (WEF Top 10, 2026, pp.23~25)

794억\$

팬데믹 기간에 전 세계 백신 개발로  
들어간 공공투자 추정치 — mRNA가  
올라탄 기반

2억\$

미 국립암연구소 민관 파트너십  
추가 임상 지원 · 2026.3

3상 진행 중

흑색종 — 확증 시험에 진입  
(3상 판독 전)

## 하나의 약으로 수백만 명을 먹여 살리던 블록버스터 경제학이, 환자마다 한 번씩 짜는 n-of-1 제조로 뒤집히기 시작한다.

WEF는 이 변화가 산업에 **두 번째 생산 모델**을 만든다고 본다. 표준 면역항암제는 지금처럼 대량 생산되고, 그 옆에 **환자 한 명을 중심으로 도는 맞춤 레이어**가 나란히 선다 — 동일한 약 수백만 개를 찍어내도록 설계된 회사에는 사업의 샘플 자체가 바뀌는 일이다.

## 누가 다시 설계해야 하나

규제기관은 제품이 아니라 공정을 심사하게 된다 — 완전히 동일한 두 제품이 존재하지 않기 때문이다. 보험사와 건강보험 당국은 단 한 명을 위한 치료에 값을 매겨야 한다.

## 기업이 넘어야 할 것

시퀀싱·설계·제조가 실험실과 협력업체, 병원 사이에서 건건이 손으로 넘기는 방식으로 남아 있으면 규모화가 불가능하다. 셋이 하나의 파이프라인으로 붙어야 한다.

## 무엇이 막고 있나 · 접근성

WEF가 **중심 리스크**로 꼽은 것은 기술이 아니라 접근성이다. 초기 치료비가 환자 1인당 10만 달러를 넘을 수 있어, 자원이 넉넉한 의료체계의 환자에게만 돌아가면 암 치료의 격차는 더 벌어진다. 향후 5년 안에 정밀의료를 특권에서 표준으로 옮겨 놓아야 한다.

IAN

SEO IAN · 제조 작업대에서

한 명을 위한 약을 짧은 시간에 ‘컴파일’한다고 했다. 공장이라기보다 편집기 앞에 앉은 느낌이었다.

## 3

전달

— 취재 3 · 전달을 코딩하다

## 엑소좀 약물전달

분자의학에는 **마지막 1마일** 문제가 있다. 유전자를 끄고 변이를 고치는 정교한 치료제 상당수가, 목적지에 닿기 전에 혈류에서 분해되거나 면역계에 막힌다. 해법은 몸 안에 이미 있었다. 세포가 서로에게 단백질과 RNA를 배달하려고 끊임없이 만들어내는 막 포장재 — **엑소좀**이다. 몸이 ‘자기 것’으로 인식하는 분자 표식을 달고 있어 혈류에서 살아남고 뇌혈관장벽 같은 장벽도 넘는다. 여기에 치료 물질을 싣고 표면 단백질을 다시 프로그래밍해 표적 세포를 찾아가게 만든다. **몸이 배달을 받아들이는 이유는, 배달부를 알아보기 때문이다.** (WEF Top 10, 2026, pp.20~22)

50배

자동화·3D 바이오프린팅·정제로  
올라간 생산 수율(최대)

200건+

2022년 이후 시작된 임상  
암·신경질환 등

0건

FDA 승인 엑소좀 치료제  
2025년 말 기준

**왜 지금인가** — 자동화·3차원 바이오프린팅·새 정제 기술이 2020년대 초 나란히 도착하며 임상 규모 생산이 처음 가능해졌다. FDA·EMA는 이를 **생물학적 의약품**으로 분류했지만, **승인 체계 자체는 아직 만들어지는 중이다.**

무엇이 열릴 수 있나 · WEF 전망

진단이 치료보다 먼저 온다 — 읽는 일이 만드는 일보다 쉽다. 이어서 약이 닿지 못하던 희귀 신경질환이 표적이 될 수 있다. 전달이 정밀해지면 독성이 커서 지금은 쓰지 못하는 **항암 치료도 가능해질 수 있다.** 장기 관리 중심의 돌봄 모델도 **치료·회복** 쪽으로 옮겨갈 수 있다.

무엇이 막고 있나

승인 사례가 아직 없다. 체액에는 비슷한 크기의 입자가 많아 순수한 엑소좀을 재현성 있게 얻기 어렵고, **제조가 병목**이다. 표적 정확도·체내 분포·용량·지속성을 재는 **품질 기준도** 만들어지는 중이다.



이미지: WEF 「Top 10 Emerging Technologies of 2026」, p.20

IAN

SEO IAN · 전달 작업대에서

먼저 오는 것은 치료가 아니라 진단이었다. 만드는 일보다 읽는 일이 쉬우니까 — 순서를 정하는 건 기술이 아니라 난이도였다.

전달을 코딩하면, 약값을 정하는 건 **분자가 아니라 도달률**이다.

— 반전 · 이 호의 핵심

# 진입장벽이 실험대에서 ‘코드’로 옮겨간다

## 통념

“우리의 진입장벽은 분자·특허·임상 데이터다. 오래 쌓은 실험 자산이 경쟁력이다.”

## 반전

융합 시대의 우위는 ‘기술 소유’가 아니라 ‘통합 능력’. 경쟁력이 화학(벤치)에서 컴퓨팅 스택(구조예측·시뮬레이션·생성설계 모델 + 데이터 + 컴퓨트)으로 이동한다.

진짜 경쟁자는 더 나은 분자를 가진 회사가 아니라, **더 나은 스택을 조율하는 팀**이다. 신약이 ‘실험’에서 ‘코드’가 되는 순간, 승부처도 옮겨간다. WEF에 따르면 임상에 들어간 **신약 후보 10개 중 9개가 실패**하는데, 그 실패를 앞단에서 줄이는 것이 설계 AI의 약속이다. 다만 지금까지 완전 승인에 이른 순수 AI 설계 신약은 없고 후기 임상 성과도 아직 초기 단계다 — 설계 AI는 아직 ‘약속’의 단계다. CMLase 역시 가장 앞선 장비의 승리가 아니라, 방대한 변이 후보를 조율해 목표 기능에 도달한 **통합의 승리**였다.

**어떤 조직도 전체 스택을 소유할 수 없다.** 그래서 WEF는 우위의 원천을 **조율(orchestration)**에서 찾는다 — 자사의 기술과 데이터와 사람을 한 줄로 세우는 **내부 조율**과, 생태계의 역량을 끌어오는 **외부 조율**이다. 그리고 표준을 세운 쪽으로 **혁신이 지나간다**. 구글이 쿠버네티스를 오픈소스로 풀 것도, 커먼웰스 퓨전(Commonwealth Fusion Systems)이 초전도 테이프 **세계 공급의 약 10%**를 주문해 규격 표준을 만들어 버린 것도 같은 이치다.

**“맞춤형에 머문 최고의 기술은, 채택과 상호운용과 학습으로  
복리를 쌓는 ‘충분히 좋은’ 기술에 지곤 한다.”**

— WEF, Technology Convergence, 2026

돈과 파이프라인이 그 이동을 가리킨다. 신약 하나에 평균 **26억 달러·10년**(터프츠 CSDD 추정)이 드는 산업에, AI 설계 기업으로 자본이 몰린다 — 아이소모픽랩스(Isomorphic Labs)는 2025년 **6억 달러**를 조달했고, 국내 기업은 뇌 투과 플랫폼으로 글로벌 제약사와 **최대 26억 달러**(마일스톤 전액 달성 시) 규모 계약을 맺었다. 그리고 인실리코 메디슨(Insilico Medicine)이 ‘세계 첫 AI 발굴·설계’로 소개한 폐섬유증 치료제 렌토서팁은 **임상 3상**에 들어갔다.

— 확장 · 이 논리는 어디까지 오는가

## 제약만의 일이 아니다

생명은 인간이 다루는 설계 난이도의 정점이다. 그 가장 어려운 공간에서 ‘읽기→쓰기’가 뚫렸다면, 더 쉬운 산업의 설계도 같은 길을 온다.

### 통념

“설계는 오래 쌓은 전문가의 경험과 자산에서 나온다.”

### 반전

설계는 목표를 정의하고 생성-검증 루프를 돌리는 일이 된다. 진입장벽이 ‘가진 것’에서 ‘정의하고 돌리는 것’으로 옮겨간다.

이미 신호가 있다 — DeepMind의 **GNoME**은 딥러닝으로 신물질 결정 구조 **220만 종**을 예측하고 그중 **약 38만 종**을 안정 후보로 추렸다(예측이 곧 합성은 아니다). 소재·화학·소비재처럼 ‘분자와 구조를 탐색해 설계’하는 R&D는 제약과 마찬가지로 **검색에서 생성으로** 넘어가는 길목에 서 있다. (DeepMind, GNoME)

### 컴퓨팅 스택, 이렇게 생겼다

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| 모델  | 구조예측·시뮬레이션·생성설계 — 자체 구축 또는 구독형 |
| 데이터 | 사내 데이터 + 연합학습(공유 없이 함께 학습)     |
| 컴퓨트 | 클라우드 GPU — 서비스형으로 자본 부담을 낮춘다   |

### 다음 병목 · 설계가 빨라지면 무엇이 막히나

WEF는 생명과학 실험실에서 이미 그다음 장면을 보고 있다 — AI가 사람의 작업 흐름이 감당할 수 있는 양을 넘겨 가설을 쏟아낸다. 결과는 장비마다 흩어져 사람이 손으로 모은다. 생성이 빨라질수록 검증에서 밀린다 — 어느 산업에서든 같다.

### 사례 · 데이터를 나눠 갖는다

선도 기업들은 하이브리드 데이터 전략을 쓴다. 남과 다른 결과를 만드는 독자 데이터는 안에 두고, 계산량이 큰 물리 기반 기준 데이터는 샌드박스AQ(SandboxAQ) 같은 전문 파트너에게 맡긴다. 스택을 다 짓지 않고도 정확도를 확보하는 방식이다.

### 사례 · 기존 벤치에 끼워 넣는다

딥프린시플(Deep Principle)은 소재 탐색을 구조 개편 없이 도입했다 — 실험 형식과 데이터 규격을 표준화해 기존 워크플로를 자동 탐색 루프에 연결하고, 엑스탈파이(XtalPi)와의 제휴로 들여온 로봇 모듈을 기존 작업대에 끼워 넣었다. 과금도 대형 선불 대신 사용량 기반과 소규모 실증으로 바뀌 진입 장벽을 낮췄다.

사례·병목 분석 출처: WEF 「Technology Convergence」 (2026), 사례 연구 5·6 및 자율 실험실 가치사슬 분석

그래서 질문은 제약을 넘는다 — “우리가 설계하는 것은 무엇이고, 그것은 지금 ‘검색’인가 ‘생성’인가?”

## — 한국의 자리

# 우리는 읽는가, 실행하는가, 쓰는가

세계 최전선은 ‘쓰기’에 섰다. 한국은 세 명령어 중 어디인가.

**K-MELLODDY(케이멜로디)**는 한국제약바이오협회가 운영하는 연합학습 기반 AI 신약 국책과제다.

**2024.4~2028.12(5년), 총사업비 348억 원, 참여기관 50곳+**(과기정통부·복지부). 민감한 신약 데이터를 다루는 방식 자체를 바꾸는 사업이다. ([kmelloddy.org](http://kmelloddy.org))

국내에서는 머신러닝으로 후보물질을 설계해 개발기간을 크게 단축한 사례, 서울대병원·스타트업의 AI 임상설계로 실패 확률을 낮춘 사례가 이어진다.

## 한국이 이미 가진 것

임상·제조 데이터가 쌓인 기존 실험실과 공장, 그리고 그것을 잇는 국가 단위 연합학습 인프라. WEF 표현을 빌리면 새로 짓는 그린필드가 아니라, 있는 것을 고쳐 쓰는 브라운필드에서 출발할 수 있다는 뜻이다.

## 한국이 아직 못 가진 것

설계 모델을 스스로 쥐는 힘, 그리고 데이터·컴퓨터·모델을 하나의 루프로 돌리는 조율. 개별 도구의 도입 건수는 늘어도, 생성-검증이 한 파이프라인으로 붙지 않으면 ‘쓰기’로 넘어가지 못한다.

### 348억원

K-MELLODDY 총사업비  
과기정통부·복지부

### 50곳+

참여 기관  
플랫폼·데이터·AI 모델

### 2024~2028

사업 기간  
연합학습 기반 AI 신약

## 왜 연합학습이 ‘스택’인가

데이터를 한곳에 모으지 않고 각자 보관한 채 함께 모델을 학습한다 — 병원과 기업이 데이터 주권을 내주지 않고도 예측 모델을 키울 수 있다는 뜻이다. 임상·제조 데이터가 기관별로 흩어져 있고 반출이 까다로운 한국에서, 이는 어느 기업도 혼자서는 지을 수 없는 공용 인프라에 가깝다. 모델이 아니라 데이터가 흐르는 방식을 국가가 먼저 깔고 있는 셈이다.

한국이 먼저 깔고 있는 건 모델이 아니라 데이터가 흐르는 방식이다.

## — 한국의 설계자들

# 국내에서 확인되는 네 가지 유형

“한국은 몇 단계인가”를 사례 유형으로 좁혀 본다. (공개 IR·공시에 명시된 사실만)

| 사례 유형          | 무엇을 ‘쓰기’ 하는가                | 성숙도 · 단계                                                                         |
|----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| AI 설계 → 임상 진입  | 자체 AI 플랫폼으로 설계한 희귀 혈액암 후보 등 | 자체 AI 플랫폼으로 설계한 후보 4건이 임상 단계에 진입한 사례(공시 확인)                                      |
| de novo 단백질 설계 | 자연에 없던 항체·결합단백질을 처음부터 ‘작성’  | de novo 설계를 표방하는 플랫폼 사례(전임상 — 사람 대상 임상 이전 단계)                                    |
| 전달 융합 → 기술이전   | 뇌혈관장벽 투과 플랫폼(항체 +전달 기술 융합)  | 글로벌 제약사와 총 계약규모 <b>최대</b> 약 26억 달러 — 개발·허가·상업화 마일스톤을 모두 달성했을 때의 최대치 · 2025.11 공시 |
| 생성형 플랫폼 다수 보유  | 생성형 플랫폼 기반 희귀질환·항암 설계       | 생성형 설계 파이프라인 다수(전임상)                                                             |

본 지면은 공개된 IR·공시와 언론 보도에서 확인되는 사례 유형을 정리한 것으로, 특정 기업에 대한 소개·추천·평가나 투자 권유가 아니며, 나열 순서와 배치는 성과 순위를 의미하지 않는다.

물어야 할 건 ‘AI를 쓰는가’가 아니라 ‘어느 명령어를 쓰는가’다.

## READ

## 예측을 쓴다

글로벌 예측 모델을 연구·스크리닝에 활용하는 단계 — 공개 IR·보도에서 이 단계를 언급하는 국내 기업이 다수 확인된다(2026.8 공개 자료 기준, 전수 조사가 아니다).

## RUN

## 후보를 좁힌다

시뮬레이션과 AI 임상설계로 후보와 실패 확률을 좁힌다. 병원·스타트업의 임상설계 협업이 여기에 해당한다.

## WRITE

## 없던 것을 만든다

de novo 설계를 표방하는 국내 플랫폼처럼 자연에 없던 분자를 생성하는 단계 — 아직 소수다.

## 투자·제휴에서 볼 것

‘AI를 쓴다’는 말은 이제 변별력이 없다. 물어야 할 것은 어느 단계인가 — 남의 예측 모델을 쓰는가(Read), 시뮬레이션으로 후보를 좁히는가(Run), 아니면 없던 후보를 만들어내는가(Write). 그리고 그 결과가 임상·제품까지 이어진 적이 있는가.

## 놓치기 쉬운 것

모델보다 데이터와 조율이다. 실험 형식과 데이터 규격이 표준화돼 있지 않으면 아무리 좋은 모델도 루프를 돌리지 못한다. 파이프라인 개수보다 한 번의 설계가 다음 설계를 빠르게 만드는 구조가 있는지를 본다.

## 경기도 · 클러스터 관점

판교·광교 바이오 클러스터의 다음 투자 결정은 ‘벤치 vs 컴퓨트’의 재배분에서 갈린다. 다음 지원사업 공고에서 실험 장비 지원 항목 옆에 ‘컴퓨팅·데이터 표준화’ 항목을 같은 심사표로 넣는 것이 첫 조치다.

## — 결정 · 핵심 문서

# 우리 회사의 R&D는 몇 단계인가

Read / Run / Write 자가진단 — 책상에 두고, 다음 전략 회의 전에 채워 보라.

판정 — READ 미달이면 '읽기' 이전 · READ 2 + RUN 1이면 실행(Run) · 여기에 WRITE 2이면 '쓰기'의 길목, 3이면 쓰기 단계. BOARD 미해당이면 단계와 무관하게 '이사회 안건 등록'이 첫 조치.

## R&D · Read/Run/Write 자가진단

READ \_\_/2 · RUN \_\_/2 · WRITE \_\_/4 · BOARD \_\_/1

### READ · 읽기 (2문항)

☐

글로벌 예측 모델을 연구 워크플로에 **정례적으로** 쓰는가

AlphaFold DB 등 공개 예측 자산의 상시 활용 여부

READ

☐

사내 실험 결과가 기계가 읽을 수 있는 **형식**으로 쌓이는가

데이터가 사람 손을 거쳐야만 모이면 루프가 돌지 않는다

READ

### RUN · 실행 (2문항)

☐

데이터를 자산으로 관리·연합하는가

연합학습 등으로 데이터 주권을 지키며 학습에 활용

RUN

☐

우리 데이터·도구·사람이 **하나의 루프**로 돌아가는가

내부 조율 — 실험 형식·데이터 규격이 표준화돼 생성과 검증이 이어지는가

RUN

### WRITE · 쓰기 (4문항)

☐

R&D 예산에 '컴퓨팅 스택' 라인이 있는가

구조예측·시뮬레이션·생성설계 툴+데이터+컴퓨트를 시약·장비와 동급으로

WRITE

☐

설계 모델을 자체 구축할지, 파트너십으로 갈지 정했는가

스택 소싱 전략의 유무

WRITE

☐

예측(read)을 넘어 설계(write)를 시도한 **파이프라인**이 있는가

없던 후보·소재를 생성해 본 경험

WRITE

☐

스택의 어느 부분을 **파트너에게 맡길지** 정했는가

외부 조율 — 남과 다른 결과를 만드는 독자 데이터는 안에, 계산량 큰 기준 데이터는 밖에

WRITE

### BOARD · 거버넌스 (1문항)

☐

이 질문이 **이사회 의제**에 있는가

R&D 방식의 전환은 인사·연구팀이 아니라 이사회 결정

BOARD

#### 다음 한 걸음 · 결과별

- ① 읽기 이전 — 90일 안에 사내 실험·공정 데이터를 기계가 읽는 형식으로 쌓는 표준부터 정한다.
- ② 실행 단계 — 다음 예산에 컴퓨팅 스택 라인을 세우고 설계 문제 1건을 파일럿으로 지정한다.
- ③ 쓰기의 길목 — 생성 건수가 아니라 검증 처리량을 KPI로 걸고, 외부에 맡길 구간을 문서로 확정한다.

#### 여기서 내릴 결정

R&D 집약 산업(제약·소재·화학·소비재)의 CTO급 임원은 내년 R&D 예산에 '컴퓨팅 스택' 항목을 시약·장비와 동급의 투자 라인으로 신설한다. WEF 분석에 따르면 축은 자산 소유에서 역량 조율로 옮겨간다. 서비스형으로 들여오면 초기 자본 부담을 낮출 수 있다.

책임·시한 — CTO·CIO 공동 발의, 차기 예산 확정 전 승인. 첫 집행은 설계 문제 1건의 90일 파일럿. 실험실이 없는 산업은 '시약·장비' 자리에 '외부 데이터 구독·현업 인력'을 넣는다.

SEO IAN · 설계실을 닫으며

# 채팅창 밖도 함께 봐야 한다

**A**I의 진짜 변화는 채팅창이 아니라 상상하기 어려운 단백질과 분자, 신약과 소재에서 먼저 나타난다. LLM 경쟁만 지켜보면 변화의 절반을 놓친다. 이제 AI의 속도를 보려면 채팅창 밖 — 같은 화면 위에서 조용히 돌아가고 있는 **설계실**도 봐야 한다.



SEO IAN · 달는 말

설계실의 문을 닫습니다. 생명을 코딩하는 건 AI지만 — 무엇을 코딩할지, 그 한 줄을 정하는 손은 여전히 사람의 것입니다.

NEXT · 커스텀 브리프 9호 예고

## 마지막 청구서

여덟 호 동안 우리가 켜 온 기계들 — AI, 데이터센터, 무인 공장 — 의 전기요금 고지서가 도착했습니다.



## — 부록 · APPENDIX

# 출처 · 방법론 · 발행 고지

## ABOUT SEO IAN

서이안 대리는 C4IR Korea가 선보이는 AI 기반 글로벌 인사이트 에디터입니다. 복잡한 기술 변화와 산업 이슈를 현장의 언어로 풀어내고, WEF의 글로벌 시그널과 한국 산업의 흐름을 연결해 새로운 질문과 관점을 제시합니다. 앞으로 커스텀 브리프를 비롯한 다양한 콘텐츠를 통해 C4IR Korea만의 지식콘텐츠 세계관을 펼쳐 나가며, 온라인과 오프라인을 넘나드는 여러 접점에서 여러분을 만나게 될 예정입니다.

## 용어 풀이 · GLOSSARY

### de novo 단백질 설계

자연에 존재하지 않는 단백질을 처음부터 ‘설계·생성’하는 것.

### 지향성 진화

변이와 선택을 반복해 원하는 기능의 효소를 얻는 방법.

### CML / AGEs

당과 단백질이 반응해 쌓이는 노화의 화학 흔적(최종당화산물).

### n-of-1 제조

환자 한 명을 위해 한 번씩 만드는 개인맞춤 생산 방식.

### 연합학습

데이터를 한곳에 모으지 않고 각자 보관한 채 함께 모델을 학습.

### 컴퓨팅 스택

구조예측·시뮬레이션·생성설계 모델과 데이터·컴퓨트를 묶은 R&D 인프라.

### 글루코세페인

단백질을 잇는 대표적 노화 교차결합. 아직 되돌리는 방법이 없다.

주요 출처 · WEF, Technology Convergence: The New Logic for Competitive Advantage (2026.04.28, 프레임) · WEF×Frontiers, Top 10 Emerging Technologies of 2026 (2026.06.23, 증거) · Revel Pharmaceuticals·Calico·Univ. of Colorado, “Reversal of protein chemical aging by enzymatic deglycation,” Nature Communications (2026, Trabosh et al.) — 원문 확인: 동맥 70%↑·피부 55%↑(처리 후 31세 피부 수준 미만)·단백질별 52~97%·초기 후보 44,783→5억+ 변이·지향성 진화 5회·Cr60-897(글리신 산화효소 유래). 한계(원문 명시): ex vivo·기능 회복 미검증·세균 유래 면역원성·부산물 H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> · 글루코세페인 미해결 · 2024 Nobel Prize in Chemistry(AlphaFold·de novo) · Google DeepMind GNoME·AlphaFold DB · 국내: AI 신약 설계 기업들의 IR·공시 및 언론 보도, 한국제약바이오협회 K-MELLODDY 사업단(kmelloddy.org), 아이소모픽랩스 (2025.3 조달 발표), 인실리코 메디슨(렌토서팁 3상 개시), 터프츠 CSDD(신약 개발비 추정), 한국경제 보도.

방법론 · 본 호는 WEF 최신 공개 보고서 정독(융합 프레임·신흥기술)과 발행일 기준 글로벌 신호 교차 확인으로 제작되었습니다. WEF Strategic Intelligence 교차 확인 포함.

검증 · 본문의 모든 수치·인용·사실 관계는 1차 출처(논문 원문·공시·발표 기관 공식 자료)로 교차 확인했으며, 발행 전 독립 검수(레드팀) 심사에서 제기된 사항을 반영했습니다. 1차 출처로 확인되지 않은 수치와 주장은 실지 않았습니다.

고지 · 본 발행물은 인용 보고서의 발행 주제와 무관하며, 후원·제휴를 의미하지 않습니다.

※ 본 발행물은 특정 기업·제품에 대한 소개, 추천, 평가나 투자 권유를 목적으로 하지 않습니다. 국내 사례는 개별 기업명 대신 공개 IR·공시에서 확인되는 사례 유형으로 서술했습니다.

※ 서이안은 실존 인물이 아니라 편집팀이 운용하는 가상 에디터이며, 취재 노트는 원전 보고서를 읽고 재구성한 편집 연출입니다. 본문에 실린 인물·현장·문서 이미지는 모두 편집 연출을 위한 AI 생성 이미지이며 실제 인물·시설·실험을 촬영한 것이 아닙니다. 분자·구조 도해는 개념 이미지입니다. 수치를 도식화한 차트(설계 경로·자본 흐름·3C 등)는 본문에 표기된 수치와 원전을 근거로 편집진이 제작했습니다.