

양자 기술의 다음 개척지, 양자 생물학이란

(2025.06.05. 양자정보연구지원센터)

□ 양자 생물학이란 무엇인가, 양자 기술의 다음 개척지

- 하워드 대학교 Quantum Biology Lab, 생명체 내부에서 발생하는 양자 현상 연구
 - 기존 양자 컴퓨터가 어려워하는 문제를 생물학적 시스템이 해결하고 있을 가능성 제기
 - 생명체가 실온에서도 비평범한 양자 현상을 나타낼 수 있음을 실험 입증
- Kurian 박사, 2015년 Quantum Biology Lab 설립
 - 물리학, 생물학, 화학, 계산과학 간 융합 연구 지향
 - 연구진은 양자 광학, 계산 생물학, 분자 분광학 전문가로 구성됨
- 주요 발견: 단일 광자 초복사(single-photon Superradiance)
 - 실온 생물학적 조건에서 단백질 섬유가 집단적으로 광자를 방출하는 양자 현상 관찰
 - 이 현상은 일반적으로 극저온 환경에서만 가능하다고 여겨짐
 - 생명체의 대칭적 구조가 양자 상호작용을 강화하고 잡음에도 안정적으로 유지시킴
- 양자 보호 구조로서의 단백질 필라멘트
 - 긴 단백질 섬유나 집합 구조는 양자 효과를 보호할 수 있는 대칭성 보유
 - 생체 시스템의 계층적 구조가 양자 신호를 유지하는 데 기여할 가능성
 - 2024년 논문 통해 실험 결과 발표, 후속 검증도 진행 중
- 측정 방법과 접근성
 - 형광 양자 효율(fluorescence quantum yield)을 표준 생물학 실험

장비로 측정

- 복잡한 인프라 없이도 실험 가능하여 생명과학 분야에서도 응용 가능성 높음

- 이는 생물학과 양자물리 간 기술 장벽을 낮추는 중요한 진전임

○ 슬라임 몰드(slime mold) 기반 바이오 컴퓨터 연구

- Physarum polycephalum이라는 단세포 점균류로 계산 능력을 실험 중
- 이 생물은 최적화 문제(예: 외판원 문제)를 높은 효율로 해결함
- Kurin은 이 생물체가 양자 알고리즘 유사 방식으로 연산할 가능성 제시

○ 양자 기술 설계에 주는 함의

- 생명체의 집단적 분자 행동이 양자 장치 설계에 영감 줄 수 있음
- 현재 양자 하드웨어보다 잡음에 더 강한 시스템 설계에 활용 가능
- 생명 시스템은 기존 양자 기계와 다른 방식으로 열 잡음 위에서도 신호 유지

○ 의학적 응용: 알츠하이머 병과 아밀로이드 섬유

- 아밀로이드 섬유가 해로운 것만은 아니라는 가설 제기
- Kurian 연구팀은 이 구조가 UV 손상으로부터 뇌세포를 보호할 수 있다고 제안
- 이는 기존의 아밀로이드 제거 중심 치료법에 근본적 의문 제기

○ 양자 생물학에 대한 과학계의 반응

- 과거엔 회의적 시각 많았으나 최근 실험적 증거가 증가 중
- 생물학은 ‘너무 복잡하고’, 물리는 ‘너무 추상적’이라는 양극단 인식의 벽 존재
- Kurian, 소통과 학제 간 교육이 이 격차를 좁히는 열쇠라고 주장

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/05/29/whats-quantum-biology-a-research-pioneer-shares-his-vision-for-quantum-technologys-next-frontier/>