

세포, 최신 양자 컴퓨터보다 더 빠르게 연산 가능

(2025.04.11., 양자정보연구지원센터)

□ 슈뢰딩거의 유산과 생명의 양자 정보 처리 가능성

○ 배경

- 슈뢰딩거 “What is Life?” 를 통해 생명과 물리학의 관계를 고찰(1944)
- 2025년 ‘국제 양자과학기술의 해’ 에 필립 쿠리안(Haward Univ.)은 이를 이어 생명체의 계산 능력에 대한 상한선을 새롭게 제시함

○ 주요 내용

- QBL(Quantum Biology Laboratory)은 세포 내 단백질 구조에서 양자광학적 특성을 발견
- 생명체, 특히 진핵세포는 상온의 액체 환경에서도 양자 정보 처리를 할 수 있음이 제시됨
- 이 발견은 물리학의 주요 이론들(열역학, 상대성 이론, 양자역학)을 연결짓는 새로운 패러다임 전환을 의미함

○ 양자역학과 슈퍼방출(Superradiance)

- 기존에는 양자 효과가 오직 극저온, 소규모 시스템에서만 발생한다고 여겨졌음
- 그러나 QBL은 수용액 내 단백질 폴리머에서 슈퍼방출 현상 확인
- 이로써 세포 수준에서 양자 정보 전송 및 처리 가능성이 제기됨

□ 생명체의 계산 능력과 우주적 맥락

○ 생명체의 양자 계산

- 핵심 분자인 트립토판은 자외선을 흡수 후 장파장으로 재방출함
- 트립토판 네트워크는 세포 골격, 뉴런, 바이러스 캡시드 등에 존재하며, 강한 양자 효과를 발현함
- “화학적 신호보다 수십억 배 빠른 정보 처리 속도(ps 수준)” 을 가짐

○ 새로운 정보 처리 메커니즘

- 기존의 생화학 신호는 밀리초 단위의 이온 흐름에 의존
- 양자 슈퍼방출은 트립토판 네트워크를 통한 양자광섬유 작용으로, 훨씬 빠른 신호 처리가 가능
- 이는 알츠하이머병과 같은 퇴행성 질환 예방 가능성도 시사

○ 신경 없는 생명체의 계산

- 세균, 곰팡이, 식물 등 신경이 없는 생명체가 지구 탄소 생물량의 대다수를 차지함
- 이들 역시 양자 정보 처리 능력을 보유하며, 전체 지구 생명체의 계산 능력에서 큰 비중 차지

□ 생명의 계산 능력 vs 양자컴퓨터

○ 계산 능력 비교

- 생명체는 고온 복잡한 환경에서도 양자 효과를 안정적으로 유지
- 현재 양자 컴퓨터보다 생명체가 더 효율적 계산 가능성을 시사
- QBL 연구는 생명체가 “제어 가능한 양자 상태(qubit)” 로 계산 및 정보 저장 가능성을 보여줌

○ 과학계 반응 및 향후 전망

- ETH 취리히, MIT 등 저명 학자들, 연구 혁신성과 잠재력을 높게 평가
- “생명체는 인공지능이나 인공 컴퓨터보다 훨씬 강력한 계산 수행 가능성 있음” (MIT Seth Lloyd)
- 생명체의 양자 정보 처리 개념은 우주 생명 기원, 외계 생명 탐색, 인공지능 개발 등 다양한 분야에 영향 가능
- 생명체의 계산 능력을 재정의함으로써, 우주적 규모의 정보 처리 한계도 새롭게 고찰할 수 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/03/30/study-finds-cells-may-compute-faster-than-todays-quantum-computers/>