

RICE, 빛으로 물질 제어 시 대규모 양자얽힘 구현 가능

(2026.06.24., 양자정보연구지원센터)

□ RICE대 연구진, 빛과 물질 결합 통해 대규모 양자 얽힘 생성 가능성 보고

- 빛과 물질의 결합을 통한 대규모 양자 얽힘 구현 가능성 제시
 - Rice University 연구진이 양자 물질과 양자광(Quantum Light)을 결합해 거시적 규모에서 양자 얽힘(Quantum Entanglement)을 구현할 수 있는 새로운 이론을 제안함
 - 연구 결과는 Nature Communications에 발표됐으며, 양자 얽힘의 이해를 높이고 차세대 양자기술 활용 가능성을 확대할 수 있는 방안을 제시함
 - 연구진은 물질을 양자 임계점(Quantum Critical Point)에 가깝게 만든 뒤 광자를 도입하면 빛과 물질 사이의 강한 양자 얽힘을 보다 쉽게 형성할 수 있다고 설명함
- 양자 얽힘과 거시계 응용의 중요성
 - Rice University 연구진이 양자 물질과 양자광(Quantum Light)을 결합해 거시적 규모에서 양자 얽힘(Quantum Entanglement)을 구현할 수 있는 새로운 이론을 제안함
 - 연구 결과는 Nature Communications에 발표됐으며, 양자 얽힘의 이해를 높이고 차세대 양자기술 활용 가능성을 확대할 수 있는 방안을 제시함
 - 연구진은 물질을 양자 임계점(Quantum Critical Point)에 가깝게 만든 뒤 광자를 도입하면 빛과 물질 사이의 강한 양자 얽힘을 보다 쉽게 형성할 수 있다고 설명함
- 양자 임계점 활용으로 얽힘 형성 문턱 낮춰
 - 기존 이론에서는 빛과 물질이 혼성화(hybridization)되기 위해 매

우 강한 상호작용이 필요해 실험적 구현이 어려웠음

- 연구진은 물질을 두 개의 양자상(Quantum Phase) 사이 경계인 양자 임계점 근처로 이동시키면 빛과 물질이 얽히기 위한 임계 조건이 크게 완화된다고 제안함
- 압력 변화나 화학 조성 조절과 같은 비열적(nonthermal) 방법을 이용해 물질을 양자 임계점에 접근시킬 수 있음
- 물질이 임계점에 가까워질수록 빛과 물질 사이의 강한 양자 얽힘 형성이 훨씬 쉬워지는 것으로 분석됨

○ 거울 공진기 내 광자-물질 혼성 상태 구현

- 연구진은 작은 거울 공진기(cavity) 내부에 양자 물질을 배치한 후 광자를 주입하는 방식을 제안함
- 물질이 양자 임계점에 근접한 상태에서 광자가 도입되면 광자와 물질은 하나의 양자적 혼성체(photon-matter hybrid)를 형성하게 됨
- 이 상태에서는 빛과 물질이 서로 얽혀 각자의 물리적 특성이 상대방에게 반영됨
- 예를 들어 물질이 새로운 양자상으로 전이되면 얽혀 있는 광자의 상태도 함께 변화할 수 있음

○ 양자 물질 연구와 차세대 기술 응용 가능성

- 해당 방법은 빛과 물질의 얽힘을 유도할 뿐 아니라 기존 광학·물성 측정 기술을 활용해 다양한 양자 상태를 분석할 수 있는 새로운 연구 플랫폼을 제공함
- 연구진은 이를 통해 복잡한 양자 물질 내부의 얽힘 구조를 보다 쉽게 연구할 수 있을 것으로 기대함
- 특히 광자를 공진기 밖으로 추출할 수 있기 때문에 물질 내부에 존재하는 양자 얽힘을 외부에서 활용 가능한 형태로 전환할 수 있음

- 차세대 양자센서 및 양자기술 발전 기대
 - 연구진은 지난해 ‘이상금속(Strange Metal)’ 으로 알려진 양자 임계 물질에서 양자 얽힘이 강화된다는 사실을 규명한 바 있음
 - 이번 연구는 해당 양자 얽힘을 광자를 통해 추출·활용할 수 있는 구체적 방법을 제시했다는 점에서 의미가 있음
 - 이를 통해 양자센서, 양자통신, 양자정보처리 등 차세대 양자기술 개발에 필요한 핵심 자원을 확보할 수 있을 것으로 기대됨
 - 연구진은 이번 이론이 양자 물질의 잠재력을 실제 기술로 연결하는 새로운 연구 방향을 제시한다고 평가함

- 연구 의의
 - 빛과 물질의 양자 얽힘을 거시적 규모에서 구현할 수 있는 새로운 이론적 경로를 제시함
 - 양자 임계점을 활용해 기존보다 훨씬 낮은 조건에서 강한 양자 얽힘을 형성할 수 있음을 제안함
 - 향후 양자 물질의 숨겨진 양자 자원을 추출하고 활용하는 차세대 양자기술의 기반이 될 것으로 기대됨

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/06/02/rice-researchers-report-dressing-matter-with-light-could-lead-to-large-scale-entanglement/>