

# 'Spooky' 양자 얽힘 실험으로 노벨 물리학상 수상

(2022.10.05., 양자정보연구지원센터)

- 얽힌 광자 실험, 양자 컴퓨터 및 통신 포함한 양자 기술 토대 마련
  - 양자 입자 간 연결이 국소적 '숨은 변수(hidden variables)'로 인한 것이 아님을 증명
    - 하나의 양자 객체를 조작하면 멀리 떨어진 다른 객체에 영향을 미치는 진정한 연관성('spooky action at a distance', 양자 얽힘)에서 비롯됨
    - ※ 양자 얽힘(quantum entanglement, 2개 이상의 입자가 얽힌 상태로 존재하는 기이한 현상)
    - 양자 정보 및 양자 통신 분야의 개척자, 실험의 현대 버전은 양자 역학을 일반 상대성 이론과 조화시키는 방법의 핵심이 될 수 있음
  - 입자 쌍(particle pairs)
    - 얽힌 쌍에서 한 입자의 특성 측정하면 다른 입자의 측정 결과에 즉시 영향 미침, 양자 입자가 한 번에 둘 이상의 상태에 존재할 수 있는 능력 활용하여 양자 컴퓨터 작동
    - 현재 양자 암호화와 양자 인터넷 개발을 위해 얽힘 사용, 매우 안전한 통신과 새로운 종류의 센서 및 망원경 가능
    - 1920년대 이래, 하나를 측정하는 것이 다른 하나의 특성을 결정한다는 점에서 논쟁의 주제였음
    - 1960년대, 벨 부등식(Bell's inequality) 수학적 테스트 제안, 실험 결과 숨겨진 변수 때문이 아닌 양자 얽힘을 통해서 가능
    - 1972년 John Clauser, 양자역학 이론을 뒷받침하는 벨 부등식 위반하는 실용적 실험(숨은 변수가 얽힘 효과를 설명할 수 없음)으로 발전
    - ※ 1969년, 반대 방향으로 발사된 얽힌 광자 쌍의 편광 결정, 양자 얽힘 측정과 관련된 실용적인 벨 테스트 최초 고안

- 허점과 순간이동(loophole and teleportation)
  - 1980년대 **Alain Aspect**, 실험적 결정이 결과를 미리 결정한다고 말할 수 없다는 변경 설정(숨은 변수가 존재하지 않는다는 개념 강화) 사용
    - ※ 광자가 광원을 떠난 후 검출기에 도착하기 전, 얽힌 광자 쌍의 방향을 10 억분의 1초 안에 전환하는 방법 개발
  - 얽힘 현상을 사용하여 양자 상태가 한 위치에서 다른 위치로 전송되는 양자 순간이동(quantum teleportation) 입증(1997, **Anton Zeilinger**)
  - 순간이동은 어떤 도청으로도 입자의 양자 상태를 잃을 수 있으므로 매우 안전한 통신 가능, 미래 양자 컴퓨터의 정보 전송 방법
  - 초기 실험 이후 원자, 초전도 회로뿐만 아니라 전자를 순간 이동에 성공, 최근 실험에서 수 세기 전에 방출된 별빛의 속성 사용하여 실험 설정 정의

(원문)

1. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-03088-7>