

양자 기술이 일상 속으로 들어오는 시점은 언제인가

(2025.12.10. 양자정보연구지원센터)

□ 양자 기술, 실험실에서 일상으로

- 새로운 Science 논문은 양자 기술이 트랜지스터 시대 초창기와 유사한 전환점에 도달했으며, 초기 시스템이 연구실을 넘어 실제 활용 단계로 나오고 있다고 주장함
 - 여섯 가지 주요 양자 하드웨어 플랫폼을 기술 성숙도(TRL)로 비교한 결과, 진전은 있었지만 실질적 응용을 위해서는 훨씬 더 확장 가능하고 오류에 강한 시스템이 필요함
 - 논문은 재료, 제작, 배선, 전력 관리, 시스템 수준 엔지니어링을 확장의 핵심 장애물로 지목하며, 과거 고전 컴퓨팅처럼 학계, 산업, 정부의 장기적이고 협력적인 노력이 필요함
- 전 세계 대학 및 연구기관 공동 논문, 양자 정보 하드웨어 분야의 전환점 강조
 - 양자 기술이 실험실 수준을 넘어 통신, 센싱, 컴퓨팅 등 초기 실용 적용 단계에 진입
 - 학계, 정부, 산업 간 협력으로 급속한 발전 이루어짐
- 6대 양자 하드웨어 플랫폼 비교 및 평가
 - 플랫폼: 초전도 큐비트, 트랩 이온, 스핀 결함, 반도체 양자점, 중성 원자, 광자 큐비트
 - 대형 언어 AI 모델을 활용해 기술 성숙도(TRL) 평가
 - 고성능 양자 화학 시뮬레이션 등 실질적 응용은 수백만 큐비트 필요, 현 기술 수준은 초기 단계
- 기술 성숙도 해석과 역사적 맥락
 - TRL-9 수준의 플랫폼도 최종 목표 달성 의미하지 않음, 공학적 개선 및 확장이 필요

- 과거 반도체 기술 발전과 유사한 긴 개발 주기 예상
- 최고 TRL 플랫폼: 초전도 큐비트(컴퓨팅), 중성 원자(시뮬레이션), 광자 큐비트(네트워킹), 스핀 결합(센싱)
- 양자 시스템 확장을 위한 핵심 과제
 - 재료 과학 및 제조 공정 발전 필요, 대량 생산 가능하고 안정적인 장치 확보
 - 배선 및 신호 전달, 전력 관리, 온도 제어, 자동 보정, 시스템 제어 등 복잡성 증가
 - 과거 컴퓨터 개발의 ‘숫자의 폭정(tyranny of numbers)’ 과 유사한 문제 발생
- 역사적 교훈과 향후 전망
 - 반도체 발전 사례처럼 양자 기술도 수년~수십 년 단위 개발 필요
 - 시스템 수준의 상향식 설계, 공개 과학 지식 공유, 인내심 중요
 - 현실적 기대치 설정과 장기적 관점의 기술 전략 필수
- 결론, 양자 기술의 미래와 전략
 - 양자 기술은 아직 초기 단계지만 장기적 잠재력은 막대함
 - TRL이 높다고 해서 최종 목표 달성이나 기술 완성을 의미하지 않음
 - 시스템 확장과 실용화를 위해 재료, 제조, 배선, 제어 등 복합적 과제 해결 필요
 - 과거 반도체 기술 발전처럼 수년에서 수십 년 단위의 꾸준한 개발 과정 예상
 - 공개된 과학 지식 공유와 상향식 시스템 설계가 성공의 핵심
 - 인내심과 현실적 기대치를 갖춘 전략적 접근이 필수적임

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/12/05/when-will-quantum-technologies-become-part-of-everyday-life/>