

# 양자 분야 공학적 우선 과제 제시한 보고서

(2026.01.22., 양자정보연구지원센터)

- 양자 분야에서 미국의 선도적 지위를 보호하기 위한 공학적 우선 과제 제시
  - 본 보고서는 미국 국립과학재단(NSF)의 지원을 받는 Engineering Research Visioning Alliance(ERVA)가 발간한 열두 번째 보고서로, 글로벌 경쟁이 심화되는 상황에서 미국의 양자 기반 기술 리더십 유지를 위한 공학 연구 전략을 제시함
    - 보고서는 양자정보과학기술(QIST)을 중심으로, 실험실 수준의 발견을 실제 배치·제조 가능한 기술로 전환하기 위한 공학적 로드맵을 제공
    - 양자 기술을 국가 경쟁력과 글로벌 문제 해결을 위한 핵심 기술로 규정
  - 본 보고서는 양자 연구 발전의 복잡성을 해결하고 ‘발견에서 배치까지’의 경로를 구체화하기 위해 개최된 비전 수립(visioning) 행사에 기반함
    - 양자정보과학, 양자컴퓨팅뿐 아니라 생명공학, 우주과학, 포토닉스 등 기술 특화 공학 분야의 초학제 전문가들이 참여
    - 학문 간 경계를 넘어, 양자 기술의 실질적 구현을 가로막는 공학적 병목을 식별하는 것이 핵심 목표
    - 단순 기술 전망이 아닌, 국가 차원의 연구 우선순위 설정을 지향
  - 미국의 양자 기술 리더십과 위기의식
    - 미국은 양자과학의 개척자였으나, 중국과 유럽연합(EU)을 중심으로 한 공격적 투자로 경쟁 우위가 약화될 위험에 직면
    - 일부 영역에서는 이미 미국의 기술적 선도성이 추월당하거나 격차가 급속히 축소

- 보고서는 기존 우위를 자동적으로 유지할 수 없음을 분명히 하며, 전략적 공학 연구 투자의 시급성을 강조

#### ○ 공학 연구의 결정적 역할

- 양자 기술의 도약은 기초과학만으로는 불가능하며, 공학 연구가 성패를 좌우
- 양자 시스템은 기존 정보기술과 전혀 다른 재료, 공정, 제조 패러다임을 요구
- 확장성, 신뢰성, 재현성을 확보하지 못하면 실험적 성과는 산업적 가치로 전환될 수 없음
- 보고서는 공학 연구를 ‘양자 잠재력을 현실로 바꾸는 핵심 연결고리’로 규정

#### ○ 전환점에 대한 경고와 비전

- ERVA 공동의장 Brian Gaucher, 현재를 초기 반도체 시대에 비유
- 양자 기술은 반도체보다 더 광범위한 파급력을 가질 수 있음
- 미국은 강력한 기초 연구 기반을 보유하고 있으나, 전략적 집중과 대규모 투자가 없으면 리더십 유지 불가
- 실험실 시연에서 제조 가능한 시스템으로 전환 가속이 핵심 과제

#### ○ 협력과 조정의 필요성

- 양자 기술 발전은 학계·산업계·정부 간 조율 없이는 불가능
- 보고서는 연구 우선순위 설정과 조정 메커니즘의 중요성을 강조
- 국가 차원의 통합 전략이 기술 전환 속도와 경쟁력을 결정

#### ○ ERVA의 역할과 보고서 위치

- 본 보고서는 NSF가 지원하는 ERVA의 국가 차원 공학 연구 방향 제시 활동의 일환

- ERVA는 여성 건강, 차세대 무선, 항공제 내성, AI 공학, 지속가능 소재, 분산 제조, 물 안보, 교통, 사이버 보안, 생명공학, 기후 변화 등 다양한 주제의 비전 보고서를 발간
- 양자 기술 보고서는 이러한 국가 전략 보고서 흐름 속에서 핵심 기술 분야로 위치함
- 본 보고서는 미국의 양자 기술 리더십이 자연적으로 유지되지 않음을 명확히 함
  - 공학 연구는 양자 기술 경쟁에서 결정적 차별화 요소
  - 재료 · 생명 · 컴퓨팅 · AI를 아우르는 초학제적 접근이 필수
  - 전략적 투자와 협력적 연구를 통해서만 양자 잠재력을 실제 국가 경쟁력과 사회적 가치로 전환할 수 있음을 제시함

## □ 최대 파급력을 갖는 4대 공학 연구 우선 분야

- 1. Quantum & Materials(양자와 재료)
  - 양자 소자와 프로세서를 구현하기 위한 새로운 물성의 재료 개발과 재료 공학
  - 양자 정보 처리용 재료, 양자 신호 변환(도메인 간 신호 변환), 광 · 마이크로파 광자 생성 및 검출 기술
  - 극저온 환경에서 동작하는 양자 시스템을 위한 패키징 기술이 핵심 과제로 제시
  - 예: 검출기 자체 또는 마이크로파 · 광 큐비트와 결합 가능한 극저온 패키징 혁신 필요
- 2. Quantum & Biology(양자와 생명)
  - 양자 기술을 활용한 생명 · 의료 분야 응용 가능성 제시
  - 초고감도 양자 센서를 활용한 신경 질환(예: 파킨슨병) 조기 징후 탐지
  - 의료 센싱 · 이미징을 위한 양자 기술(웨어러블 양자 진단, 양자 보조

약물 전달 등)

- 생물학에서 영감을 받은 양자 응용 및 바이오-양자 도구 개발
- 양자 기술을 인간 건강과 직접 연결되는 영역으로 확장

### ○ 3. Quantum & Computing(양자와 컴퓨팅)

- 실험 단계를 넘어 생산 수준의 양자컴퓨팅으로 전환하기 위한 공학 과제
- 큐비트 및 프로세서 개발, 인터넥트와 핵심 부품, 확장 가능한 극저온 시스템
- 양자 프로세서는 극저온에서 장시간 안정적으로 동작해야 하므로, 신뢰성 · 가용성 · 정비성(RAS) 관리가 필수
- 냉각 장치 내부 고장 감지, 자동 부품 교체, 계산 중단 없는 시스템 유지 기술 등이 예시로 제시됨

### ○ 4. Quantum & AI(양자와 인공지능)

- NISQ(잡음 중간 규모 양자) 프로세서를 고려한 알고리즘과 AI-양자 융합 연구
- AI를 활용한 양자 시스템 설계 · 운영 · 제어
- 양자 지능형 센서 및 네트워크
- 양자 알고리즘을 활용해 AI 학습 가속, 예측 정확도 향상, 대규모 데이터 처리 효율 개선
- 예: NISQ 프로세서를 활용한 단백질 구조 탐색 → 양자 보조 신약 개발로 연결 가능

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/12/10/qubit-pharmaceuticals-and-sorbonne-university-show-quantum-computers-can-outperform-classical-limits/>