

# 2024 하반기 유럽 양자정보 연구 및 정책 동향

작성자: 박기민(양자 분야 KERCO 서포터즈)

2024년 9월 이후, 유럽은 양자정보분야에서 연구, 정책, 그리고 실질적 응용 모든 측면에서 글로벌 리더십을 더욱 공고히 하고 있다. 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 센서 및 계측 분야를 중심으로 최신 연구 트렌드를 반영한 전략적 정책을 펼치며, 장기적 비전과 단기적 성과를 모두 추구하는 균형 잡힌 접근 방식을 보여주고 있다.

연구 측면에서는 내결함성(fault-tolerant) 양자컴퓨팅 실현을 위한 다양한 플랫폼(초전도, 이온트랩, 광학, 중성원자등) 기반연구와, 양자-고전하이브리드 알고리즘 개발에 박차를 가하고 있다. EuroHPC JU 이니셔티브를 통한 양자 가속 슈퍼컴퓨터 구축은 이러한 연구를 가속화할 인프라를 제공한다. 양자통신에서는 EuroQCI 이니셔티브를 중심으로 위성기반 양자키분배(QKD) 기술을 포함한 안전한 양자 통신 네트워크 구축에 주력하며, 장거리 양자 통신 실현을 위한 기술적 진보를 이루고 있다. 양자 센서 분야에서는 우주 양자 중력 센서, 고정밀 양자 이미징 등 특정 응용 분야에 초점을 맞춘 연구가 두드러지며, 실질적인 활용 가능성을 높이고 있다. 또한, 위상 절연체, 마요라나 페르미온 등 새로운 양자 물질 연구는 장기적인 관점에서 양자 소자 혁신의 기반을 다지고 있다.

정책 측면에서는 EU차원의 대규모 이니셔티브와 회원국들의 개별적인 양자 전략이 시너지를 발휘하고 있다. EuroHPC JU와 EuroQCI는 범유럽차원의 협력을 촉진하고 연구 개발 투자를 확대하는 핵심 동력이다. 독일, 프랑스, 네덜란드 등 주요 국가들은 자체적인 양자 기술 육성 프로그램을 통해 연구 개발, 인력 양성, 생태계 조성에 힘쓰고 있다. 특히, 양자 기술의 윤리적, 사회적 영향에 대한 논의를 EU 차원에서 활발히 진행하며, 책임 있는 혁신(Responsible Innovation)을 위한 가이드라인을 마련하고 있다는 점은 주목할 만하다.

시사점으로는 첫째, 양자 기술의 실질적인 활용이 가까워지고 있다는 것이다. 내결함성 양자컴퓨팅, 장거리 양자통신, 특수 목적 양자 센서 등에 대한 연구가 단기적 성과를 목표로 진행되고 있다. 둘째, 유럽은 양자 기술 생태계 조성에 주력하고 있다. 인력 양성, 표준화, 국제 협력 등은 양자 기술의 지속 가능한 발전을 위한 핵심 요소이며, 유럽은 이 분야에서 선도적인 역할을 하고 있다. 셋째, 양자 기술의 윤리적, 사회적 영향에 대한 고려가 중요해지고 있다. 양자컴퓨터에 의한 암호 해독, 양자 센서에 의한 개인 정보 침해 등은 새로운 보안 위협으로 대두되고 있으며, 이에 대한 대비책 마련이 시급하다.

결론적으로, 유럽은 최신 연구 트렌드를 반영한 전략적 정책과 대규모 투자를 통해 양자 정보 과학 분야에서 글로벌 리더십을 강화하고 있다. 이러한 유럽의 행보는 한국의 양자 기술 정책 수립 및 추진에 있어 중요한 참고 사례가 될 것이다. 한국도 국가 차원의 전략 수립, 연구 개발 투자 확대, 인력 양성, 국제 협력 등에 박차를 가하여 글로벌 양자 기술 경쟁에서 뒤처지지 않도록 해야 할 것이다.

<Key words> 양자정보과학(QIS), 유럽(Europe), 전략적정책(Strategic Policy), EuroHPC JU, EuroQCI, 양자기술생태계(Quantum Technology Ecosystem)

# 1. 유럽의 양자정보 연구 동향

## □ 개요

- 양자 컴퓨팅 및 시뮬레이션 분야는 독일, 프랑스, 네덜란드를 중심으로 내걸 합성 범용 양자컴퓨터, 양자 시뮬레이터, 클라우드기반 양자컴퓨팅 플랫폼 등의 연구가 강세<sup>1)</sup>
- EU의 EuroHPC JU 이니셔티브는 2025년까지 양자 가속 슈퍼컴퓨터 구축을 목표로 하며, 양자알고리즘, 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅 아키텍처, 양자 소프트웨어 및 미들웨어 개발에 중점<sup>2)</sup>
- 대표적인 연구로는 독일의 Q-Exa 컨소시엄, 프랑스의 PASQAL 프로젝트, 네덜란드의 Quantum Inspire 플랫폼 등이 주목받고 있음<sup>3)</sup>
  - ※ 유럽은 양자 기술의 상용화보다는 기초 연구 및 기술 개발에 집중하고 있으며, 미국, 중국과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해 노력 중

## □ 주요 연구 프로젝트

- 독일 Q-Exa 컨소시엄
  - 2025년 가동을 목표로 고성능 컴퓨팅 센터와 통합된 양자 가속 슈퍼 컴퓨터 개발을 위한 프로젝트
  - 뮌헨, 라이프치히, 슈투트가르트, 울리히 슈퍼 컴퓨팅 센터, 라이프니츠 컴퓨팅 센터 등이 참여하는 컨소시엄을 구성
  - 양자 컴퓨팅과 고성능 컴퓨팅의 통합을 통해 과학 및 산업분야의 복잡한 문제 해결을 목표, 기후 모델링, 재료 과학, 신약 개발 등에 활용이 기대됨
  - 초전도 큐비트, 이온 트랩, 광학 큐비트 등 다양한 양자 컴퓨팅 플랫폼을 활용, 하이브리드 양자-고전 컴퓨팅 아키텍처 개발 중
  - 현재 프로토타입 시스템 구축 및 테스트 단계이며, 유럽 내 다른 양자 컴퓨팅 프로젝트와 협력, 기술 표준화 및 생태계 조성에도 기여
  - 양자 알고리즘, 양자 소프트웨어 및 미들웨어 개발을 통해 실질적인 문제 해결에 적용될 수 있는 양자 컴퓨팅 플랫폼 제공이 전망됨
  - ※ Q-Exa는 독일 연방 교육연구부(BMBF)의 지원을 받고 있으며, 유럽의 대표적인 양자 컴퓨팅 프로젝트 중 하나로 평가
- 프랑스 PASQAL 프로젝트
  - 프랑스 스타트업 PASQAL이 주도, 중성 원자 기반 양자 컴퓨팅 플랫폼 개발 및 상용화를 목표

1) 유럽양자플래그십(<https://qt.eu/about-quantum-flagship/>)

2) EuroHPC JU (<https://eurohpc-ju.europa.eu/>)

3) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies>)

- 신약 개발, 재료 과학, 인공 지능 등 다양한 분야에 적용 가능한 양자 컴퓨팅 솔루션 제공 및 양자 클라우드 서비스를 통한 접근성 향상을 목표로 함
- 중성 원자를 레이저로 포획하여 큐비트로 사용하는 기술 기반, 현재 수백 큐비트 규모의 양자 프로세서 개발에 성공
- 중성 원자 기반 양자 컴퓨터 개발 경쟁에서 유럽 대표 기업 중 하나로 자리 매김
- 큐비트 수 확장, 오류 보정 기술 개발을 통해 범용 양자 컴퓨터 개발에 기여할 것으로 예상

※ PASQAL은 중성 원자기반 양자 컴퓨팅 분야에서 미국의 Atom Computing, ColdQuanta 등과 경쟁하고 있음

#### ○ 네덜란드 Quantum Inspire 플랫폼

- 네덜란드 델프트 공과대학교(TU Delft)와 TNO(네덜란드응용과학연구소) 공동 개발, 클라우드 기반 양자 컴퓨팅 플랫폼, 2020년부터 운영
- 연구자, 학생, 기업 등이 양자 알고리즘을 개발하고 실행할 수 있는 환경 제공, 양자 컴퓨팅 생태계 조성에 기여
- 초전도 큐비트와 실리콘 스핀 큐비트 등 여러 양자 컴퓨팅 플랫폼 제공, 현재 유럽 내 연구자들이 활발하게 이용 중
- 사용자 친화적인 인터 페이스와 튜토리얼 제공으로 양자 컴퓨팅 진입 장벽 완화
- 더 많은 양자 컴퓨팅 플랫폼 추가, 사용자 지원 강화를 통해 양자 컴퓨팅 연구 및 교육 활성화에 기여할 전망

※ Quantum Inspire는 유럽의 다른 클라우드 기반 양자 컴퓨팅 플랫폼(예: IBM Q Experience, Rigetti Quantum Cloud Services)과 경쟁하고 있음

### □ 세부 연구 주제별

#### ○ 양자 통신

- EuroQCI 이니셔티브: 유럽 전역에 안전한 양자 통신 인프라 구축 프로젝트, 독일, 프랑스, 스페인 등 다수 국가 참여, 양자키분배(QKD) 기술 중심 연구, 지상 및 위성 기반 양자 통신 네트워크 개발 추진<sup>4)</sup>
- 호라이즌 유럽 프로그램의 일환으로, 2021년부터 2027년까지 17억 유로의 예산 지원
- 양자키분배(QKD) 시스템의 보안성 강화, 장거리 양자 통신 기술 개발, 양자 네트워크와 기존 통신 네트워크의 통합 등의 연구가 진행될 예정

※ EuroQCI는 중국의 양자 통신 위성 '묵자(Micius)'에 대응하기 위한 유럽의 전략적 프로젝트로 볼 수 있음

- 각 국가별 양자 통신 프로젝트: 영국, 독일, 프랑스 등은 자체적으로도 양자 통신 기술 개발 및 실증 사업 진행, 특히 금융, 국방 등 보안 중요 분야 적용 연구 활발
- 영국은 국가 양자 기술 프로그램(National Quantum Technologies Programme)을 통해

4) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/euroqci>)

- 양자 통신 연구 지원, 양자 보안 통신 네트워크 구축을 위한 파일럿 프로젝트 진행
- 독일은 Q.Link.X 프로젝트를 통해 양자 보안 통신 기술 개발 및 산업 응용 연구, 자동차, 금융 등 다양한 산업 분야 파트너와 협력
- 프랑스는 Paris Region Quantum Communication Infrastructure 프로젝트를 통해 파리 지역에 양자 통신 테스트베드 구축, 다양한 양자 통신 프로토콜 및 장비 테스트
- 양자 센서 및 계측
  - 양자 중력 센서: 독일, 프랑스를 중심으로 우주에서 지구의 중력을 정밀하게 측정하여 기후 변화, 지질학적 현상 등을 연구하기 위한 양자 중력 센서 개발 진행<sup>5)</sup>
  - 독일은 VLBAI(Very Long Baseline Atom Interferometry) 프로젝트를 통해 초정밀 양자 중력 센서 개발, 지구 중력장 변화 모니터링 연구
  - 프랑스는 MIGA(Matter-wave laser Interferometric Gravitation Antenna) 프로젝트를 통해 지하 중력 변화 측정, 지진, 화산 활동 등 지질학적 현상 연구
  - 호라이즌 유럽 프로그램은 양자 센서 기술 개발에 2021년부터 2027년까지 5억 유로의 예산 지원
  - 양자 중력 센서의 소형화, 정밀도 향상, 우주 환경 적용 등의 연구가 진행될 예정
    - ※ 양자 중력 센서는 기존의 중력 센서보다 훨씬 더 정밀하게 중력을 측정할 수 있어, 지구온난화로 인한 해수면 상승, 빙하 감소 등을 정확하게 관측하는 데 활용될 수 있음
  - 양자 이미징: 네덜란드, 영국 등에서 의료 진단, 재료 분석 등에 활용될 수 있는 고정밀 양자 이미징 기술 개발<sup>6)</sup>
  - 네덜란드는 QuTech연구소를 중심으로 양자 현미경 기술 개발, 생체 분자 이미징, 나노 물질 분석 연구
  - 영국은 EPSRC Quantum Imaging Hub를 통해 양자 이미징 기술의 의료 분야 응용 연구, 암조기 진단, 뇌 영상 등 연구
    - ※ 양자 이미징 기술은 기존의 이미징 기술보다 훨씬 더 높은 해상도와 감도를 제공할 수 있어 질병의 조기 진단, 신소재 개발 등에 활용될 수 있음
- 양자 재료
  - 새로운 양자 물질 및 소자 개발: 독일, 스위스, 네덜란드를 중심으로 양자 컴퓨터, 양자 센서 등에 활용될 수 있는 새로운 양자 물질 및 소자 개발 연구 활발
  - 특히 위상 절연체, 마요라나 페르미온 등 차세대 양자 기술 기반 물질 연구에 집중<sup>7)</sup>
  - 독일은 Würzburg-Dresden Cluster of Excellence ct.qmat을 통해 위상 절연체, 초전도체 등 새로운 양자 물질 연구, 양자 소자 응용 연구
  - 스위스는 ETH Zurich을 중심으로 마요라나 페르미온 연구, 내결함성 양자 컴퓨터 개

5) 양자플래그십(<https://qt.eu/discover-quantum/european-projects/fundamental-science/quantum-sensors-for-fundamental-physics/>)  
 6) EPSRC (<https://www.ukri.org/what-we-do/our-main-funds-and-areas-of-support/our-areas-of-support/quantum-technologies/quantum-technologies-projects/quantum-imaging-for-monitoring-and-navigating-in-the-environment-immune/>)  
 7) 양자플래그십(<https://qt.eu/discover-quantum/european-projects/basic-science/quantum-materials/>)

발에 응용

- 네덜란드는 QuTech 연구소에서 실리콘 기반 양자점 연구, 양자 컴퓨터 집적화 연구
- 호라이즌 유럽 프로그램은 양자 재료 연구에 2021년부터 2027년까지 4억 유로의 예산 지원
- 새로운 양자 물질 합성, 특성 분석, 양자 소자 제작 등의 연구가 진행될 예정
  - ※ 양자 재료는 기존의 재료와는 달리 양자 역학적 특성을 이용하여 새로운 기능을 구현할 수 있어, 양자 정보 과학 분야의 핵심 요소로 여겨짐

## 2. 유럽의 양자정보 정책 동향

### □ 개요

- 유럽은 양자 정보 기술을 미래 핵심 전략 기술로 인식, 범유럽 차원 및 개별 국가 차원에서 체계적인 정책 추진 중<sup>8)</sup>
- EuroHPC JU 이니셔티브는 양자 컴퓨팅 인프라 구축 및 관련 기술 개발에, EuroQCI 이니셔티브는 안전한 양자 통신 네트워크 구축에 중점<sup>9)</sup>
- 호라이즌 유럽 프로그램을 통해 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 센서 및 계측, 양자 재료 등 핵심 분야 연구 개발에 막대한 예산 지원<sup>10)</sup>
- 독일, 프랑스, 네덜란드 등 주요 국가들은 자체적인 양자 기술 육성 정책을 추진하며, 유럽 내 협력을 강화하고 있음<sup>11)</sup>
- 인력 양성, 표준화, 국제 협력 등에도 주력, 양자 기술 생태계 조성에 힘쓰고 있음
  - ※ 유럽은 미국, 중국 등과의 양자 기술 경쟁에서 뒤처지지 않기 위해 국가적 역량을 결집하고 있음

### □ 주요 정책

- EuroHPC JU 이니셔티브
  - 2025년까지 유럽 내에 세계 최고 수준의 양자 가속 슈퍼 컴퓨터 구축을 목표로, 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅 인프라에 대한 투자 확대<sup>12)</sup>
  - 양자컴퓨팅 플랫폼 개발, 양자 알고리즘 연구, 양자 소프트웨어 개발 등에 대한 지원 강화
  - 2021년부터 2027년까지 7년간 70억 유로의 예산 투입, 유럽 내 양자컴퓨팅 역량 강화

8) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies>)

9) EuroHPC JU (<https://eurohpc-ju.europa.eu/>), EuroQCI (<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/euroqci>)

10) 호라이즌 유럽 ([https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en))

11) 독일연방교육연구부([https://www.bmbf.de/bmbf/en/home/home\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/en/home/home_node.html)), 프랑스정부(<https://www.gouvernement.fr/en/>), 네덜란드정부(<https://www.government.nl/>)

12) EuroHPC JU ([https://eurohpc-ju.europa.eu/about/our-mission\\_en](https://eurohpc-ju.europa.eu/about/our-mission_en))

- 현재, 독일, 프랑스, 스페인, 이탈리아, 폴란드, 불가리아 6개 국가에 양자 컴퓨터 설치 예정
  - ※ EuroHPC JU는 유럽의 슈퍼컴퓨팅 역량 강화를 위해 설립된 EU주도의 공동 사업체
- EuroQCI 이니셔티브
  - 2027년까지 유럽 전역에 안전한 양자 통신 네트워크 구축을 목표로, 양자 키분배(QKD) 기술 개발 및 실증에 집중<sup>13)</sup>
  - 지상 및 위성 기반 양자 통신 인프라를 구축하여 해킹 위협으로부터 중요 정보를 보호하는 데 기여
  - 회원국 간 협력을 통해 양자 통신 기술 표준화 및 상호 운용성 확보 추진
  - 2021년부터 2027년까지 7년간 17억 유로의 예산이 지원될 예정이며, 유럽의 안보 및 데이터 주권 강화에 기여할 것으로 기대
    - ※ EuroQCI는 유럽의 양자 통신 기술 주도권 확보 및 보안 인프라 구축을 위한 핵심 정책
- 독일 국가 양자 이니셔티브
  - "양자기술- 기초에서 시장까지(Quantum technologies - from basic research to market)" 프로그램을 통해 양자 기술 연구 개발 및 상용화 지원<sup>14)</sup>
  - 2026년까지 20억 유로 투자 계획, 양자 컴퓨터, 양자 센서, 양자 통신 등 핵심 분야 집중 지원
  - 산학연 협력을 장려하여 연구 성과의 실질적인 산업 응용 촉진
  - 양자 기술 인력 양성 및 국제 협력에도 주력
    - ※ 독일은 유럽 내 양자 기술 선도 국가 중 하나로, 강력한 연구 기반과 사닝브 역량을 보유
- 프랑스 국가 양자 전략
  - "양자: 프랑스의 국가 전략(Quantique: Le plan national pour booster la technologie du futur)"을 통해 2026년까지 18억 유로 투자 계획 발표<sup>15)</sup>
  - 양자 컴퓨터, 양자 시뮬레이터, 양자 소프트웨어, 양자 센서, 양자 암호 등 5개 핵심 분야 집중 육성
  - 양자 기술의 산업 응용 및 스타트업 육성을 위한 지원 확대
  - 국제협력을 통해 글로벌 양자 기술 생태계에서 프랑스의 역할 강화
    - ※ 프랑스는 양자 기술분야에서 강력한 기초 연구 역량을 보유하고 있으며, 이를 바탕으로 상용화 및 산업 생태계 구축에 박차를 가하고 있음
- 네덜란드 국가 양자 기술 어젠다

13) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/euroqci>)

14) 독일연방교육연구부(<https://www.quantentechnologien.de/>)

15) 프랑스정부(<https://www.gouvernement.fr/actualite/quantique-le-plan-national-pour-booster-la-technologie-du-futur>)

- "국가 양자 기술 어젠다(National Agenda Quantum Technology)"를 통해 양자 기술 연구 개발 및 생태계 조성 추진<sup>16)</sup>
- 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 센서 등 핵심 분야에 대한 투자 확대
- 델프트 공과대학교의 QuTech연구소를 중심으로 산학연 협력 및 인력 양성 추진
- 양자 기술의 윤리적, 사회적 영향에 대한 연구 및 논의 활성화
  - ※ 네덜란드는 양자 기술 분야에서 오랜 연구 전통을 가지고 있으며, 특히 양자 인터넷 개발에 선도적인 역할을 하고 있음

## □ 세부 정책 주제별

### ○ 인력 양성

- 유럽 전역의 대학 및 연구기관에서 양자 정보 과학 교육 프로그램 확대, 전문 인력 양성에 주력<sup>17)</sup>
- 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 센서 등 세부 분야별 전문 교육 과정 개설
- 학부, 석사, 박사 과정뿐만 아니라 재교육프로그램을 통해 다양한 배경의 인재 유입 촉진
- 유럽 양자플래그십은 양자 기술 교육 플랫폼을 구축하여 온라인 교육 자료, 튜토리얼, 워크숍 등을 제공
  - ※ 양자 기술의 발전 속도에 발맞춰 전문 인력을 양성하는 것이 유럽 양자 정책의 주요 과제 중 하나

### ○ 표준화

- 유럽 전기 통신 표준 협회(ETSI), 유럽 표준화 기구(CEN), 유럽 전기 기술 표준화 위원회(CENELEC) 등 유럽 표준화 기구를 중심으로 양자 기술 표준화 추진<sup>18)</sup>
- 특히, 양자키분배(QKD), 양자 난수생성기(QRNG) 등 양자 보안 술에 대한 표준화 논의 활발
- 국제 표준화 기구(ISO, IEC)와의 협력을 통해 글로벌 양자 기술 표준 개발 에도 기여
  - ※ 양자기술의 상용화 및 확산을 위해서는 표준화가 필수적이며, 유럽은 이 분야에서 주도적인 역할을 하고 있음

### ○ 국제협력

- 미국, 캐나다, 일본, 호주 등 양자 기술 선도 국가들과의 전략적 파트너십 구축<sup>19)</sup>

16) 네덜란드퀀텀델타(<https://quantumdelta.nl/national-agenda/>)

17) 유럽양자플래그십(<https://qt.eu/engage/education-and-training/>)

18) ETSI (<https://www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution>), CEN-CENELEC (<https://www.cencenelec.eu/>)

19) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/international-relations>)

- 공동 연구 프로젝트, 인력 교류, 정보 공유 등 다양한 협력 활동 추진
- 호라이즌 유럽 프로그램을 통해 국제 공동 연구를 지원하고, 글로벌 양자 기술 생태계 조성에 기여
  - ※ 양자 기술은 글로벌 경쟁이 치열한 분야이며, 유럽은 국제 협력을 통해 경쟁력을 강화하고 있음
- 윤리적, 사회적 영향
  - 양자 기술의 발전이 사회에 미치는 영향에 대한 연구 및 논의 활성화<sup>20)</sup>
  - 양자 컴퓨터에 의한 암호 해독 위협, 양자 센서에 의한 개인 정보 침해 가능성 등 잠재적 위험에 대한 대응 방안 모색
  - 책임있는 혁신(Responsible Innovation) 원칙에 따라 양자 기술 개발 및 활용에 대한 윤리적 가이드라인 마련 추진
  - 유럽위원회는 양자 기술의 윤리적, 사회적 영향에 대한 전문가 그룹을 운영하며, 정책 권고안을 제시할 예정
    - ※ 유럽위원회는 양자 기술의 윤리적, 사회적 측면을 중요하게 고려하며, 지속 가능한 발전을 위한 방안을 모색하고 있음

### 3. 시사점

- 최근 유럽의 양자 연구 및 정책은 내결함성(fault-tolerant) 양자 컴퓨팅, 양자-고전 하이브리드 알고리즘, 장거리 양자 통신 네트워크 구축, 특수 목적 양자 센서 개발 등에 집중되는 경향을 보이며, 이는 단기적 활용 가능성을 염두에 둔 전략으로 해석됨
- EuroHPC JU의 양자 가속 슈퍼컴퓨터 구축과 EuroQCI의 위성 기반 양자 키분배(QKD) 실증은 유럽이 실질적인 양자 기술 인프라 확보에 주력하고 있음을 보여주며, 이는 양자 기술의 조기 상용화로 이어질 가능성이 큼
- 독일의 Q-Exa 컨소시엄이 초전도, 이온 트랩, 광학 큐비트 등 다양한 플랫폼을 활용한 하이브리드 아키텍처를, 프랑스의 PASQAL이 중성 원자 기반 양자 프로세서의 큐비트 수 확장을 추구한다는 것은 특정 기술에 국한되지 않는 유연한 접근이 강조됨을 시사
- 양자 센서 분야에서는 우주 양자 중력 센서(독일, 프랑스), 고정밀 양자 이미징(네덜란드, 영국) 등 특정 응용 분야에 초점을 맞춘 연구가 두드러지며, 이는 양자 센서의 실질적 활용 가능성을 높일 것
- 양자 재료 분야에서는 위상 절연체, 마요라나 페르미온 등 새로운 양자 물질 연구가 지속되고 있고, 이는 장기적인 관점에서 양자 소자 혁신으로 이어질

20) 유럽위원회(<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>)

잠재력을 가지고 있음

- 양자 기술의 윤리적, 사회적 영향에 대한 논의가 EU 차원에서 활발히 진행되고 있다는 점은, 기술 개발 초기 단계부터 책임 있는 혁신을 고려하는 유럽의 선제적 접근 방식을 보여줌
- 이러한 유럽의 최신 동향은 한국의 양자 기술 전략 수립에 있어 실질적인 참고 사례가 될 것이며, 특히 단기적 활용 가능성에 초점을 맞춘 연구 개발 및 인프라 구축이 중요함을 시사
- 종합하면, 유럽은 양자 기술의 연구 및 실증, 인프라 구축, 윤리적 측면을 아우르는 전방위적 접근을 통해 단기간 내 가시적 성과를 도출하고, 이를 바탕으로 글로벌 양자 기술 경쟁에서 주도권을 확보하고자 하는 전략을 추진 중