

2025 상반기

KERC SUPPORTERS

# 유럽 주요 분야별 연구 및 정책 동향



## [2025 상반기] 유럽 양자 정보 연구 · 정책 동향

<작성자: 박기민>

### <요약>

2025년 유럽의 양자 연구는 개별 기술의 성숙도 제고를 넘어, 이들을 통합하여 실제 산업 문제에 적용하는 방향으로 나아가고 있다. 최근 발표된 'EU 양자 전략 (Quantum Europe Strategy)'은 기초과학부터 산업화까지 이어지는 선순환 구조 구축을 통해 2030년까지 양자 분야의 글로벌 리더로 도약하겠다는 목표를 명확히 한다.

주요 전략으로는 ▲양자 컴퓨터와 고성능 컴퓨팅(HPC)의 통합, ▲EuroQCI 이니셔티브를 통한 범유럽 양자 암호 통신망 구축, ▲고정밀 양자 센서의 산업적 상용화 등이 중점적으로 추진된다. 정책적으로는 분산된 연구 및 투자 프로그램을 'Quantum Europe Initiative'라는 단일 거버넌스 아래 통합하고, 확장된 권한을 갖는 EuroHPC JU가 이를 총괄하며, '양자법(Quantum Act)' 제정을 통해 EU 차원의 법적·윤리적 기반을 마련하는 등 전략적 집중을 가속화하고 있다.

<Key words> EuroQCI, 양자법(Quantum Act), QC-HPC 통합, 기술 주권, Quantum Europe Initiative

## I. 유럽의 양자정보 연구 동향

### □ 개요

- 2025년 유럽의 양자 연구는 개별 기술의 성숙도 제고와 더불어, 이들을 통합하고 실제 산업 문제에 적용하는 방향으로 나아가고 있음. 특히, 유럽연합 집행위원회(European Commission)와 공동연구센터(JRC)는 유럽의 강력한 연구 및 혁신 생태계를 바탕으로 양자 기술 분야에서 유리한 위치를 점하고 있다고 평가함. 현재 전 세계 양자 기술 기업의 32%가 유럽에 기반을 두고 있으며, 이는 미국(약 25%)과 중국(5%)을 앞서는 수치임<sup>1)2)</sup>
- 다만, 특허 활동 면에서는 전 세계의 6%만을 차지하여 중국(46%)과 미국(23%)에 뒤처져 있으나, 2021년에서 2024년 사이 연평균 특허 성장률이 두 배 이상 증가하며 빠른 속도로 격차를 좁히고 있음. 이는 유럽의 연구 성과가 상용화 단계로 빠르게 이동하고 있음을 시사함
- 최근 EU 집행위원회는 'EU 양자 전략(Quantum Europe Strategy)'을 발표하며 2030년까지 양자 분야의 글로벌 리더로 도약하겠다는 목표를 명확히 함<sup>3)</sup>. 이를 위해 기초과학부터 산업화까지 이어지는 선순환 구조를 구축하고, '양자법(Quantum Act)' 제정도 추진할 예정<sup>4)</sup>

### □ 주요 연구 분야별 동향

- 양자 컴퓨팅 및 시뮬레이션
  - (고성능 컴퓨팅(HPC)과의 통합) 유럽은 세계적인 HPC 역량을 바탕으로 양자 컴퓨터를 기존 슈퍼컴퓨터와 통합하는 'QC-HPC' 통합에 집중하고 있음. 이는 단기적으로 하이브리드 양자-고전 알고리즘의 성능을 극대화하고, 장기적으로는 양자 컴퓨터가 HPC 인프라의 핵심 요소로 자리 잡게 하려는 전략임<sup>5)</sup>

1) [https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/new-jrc-policy-report-future-directions-quantum-technology-europe-2025-10-14\\_en](https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/new-jrc-policy-report-future-directions-quantum-technology-europe-2025-10-14_en)

2) [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/quantum-technology-32-companies-only-6-patents-are-eu-2025-10-13\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/quantum-technology-32-companies-only-6-patents-are-eu-2025-10-13_en)

3) <https://www.kita.net/board/overseasMarketNews/overseasMarketNewsDetail.do?postIndex=1859953&boardType=0>

4) <https://zdnet.co.kr/view/?no=20250703090722>

5) <https://www.frenchexpertinireland.com/blog/europes-quantum-gamble-the-strategic-industry-roadmap->

## - 주요 통합 사례

- 독일: 윌리히 슈퍼컴퓨팅 센터(JSC)는 JURECA DC 슈퍼컴퓨터와 프랑스 파스칼(Pascal)사의 100큐비트급 중성원자 양자컴퓨터를 연동하여 HPCQS 프로젝트를 진행중<sup>6)</sup>
- 이탈리아: 볼로냐의 CINECA 슈퍼컴퓨팅 센터는 유럽 최초의 EuroHPC 양자컴퓨터인 'EuroQCS-Italy' 설치를 위한 입찰을 시작했으며, 이는 Leonardo 슈퍼컴퓨터와 통합될 예정<sup>7)</sup>
- 폴란드: 포즈난 슈퍼컴퓨팅 및 네트워킹 센터(PSNC)에는 오스트리아 AQT사의 20큐비트 이온 트랩 양자컴퓨터 'PIAST-Q'가 설치되어 ALTAIR 슈퍼컴퓨터와 연동 운영을 시작. 이는 EuroHPC 양자컴퓨터 중 최초로 운영을 개시한 사례임<sup>8)</sup>
- 이외에도 스페인, 체코 등에서 EuroHPC JU 주도로 양자컴퓨터가 구축되어 각국의 슈퍼컴퓨터와 통합될 예정<sup>9)</sup>

## - (파일럿 라인 구축) Chips Joint Undertaking을 통해 6개의 양자 칩 파일럿 라인 구축이 곧 시작될 예정이며, 이는 양자 프로세서의 설계, 제조, 테스트 역량을 유럽 내에 확보하기 위함임<sup>10)</sup>

- SUPREME 컨소시엄: 대표적으로 8개국 23개 파트너가 참여하는 'SUPREME' 컨소시엄은 초전도 양자 칩의 안정적인 대량 제조 기술 개발을 목표로 하며, 2026년 파일럿 라인 가동을 계획하고 있음<sup>11)</sup>. 이를 통해 유럽 내 기업과 연구소가 공정설계키트(PDK)를 활용해 직접 칩을 설계하고 개발할 수 있는 환경을 제공할 것

## ○ 양자 통신

### - (EuroQCI 이니셔티브) 유럽 전역에 양자 키 분배(QKD) 및 양자 암호 기술을 기반으로 한 보안 통신 네트워크 구축이 계속 진행 중임. 2025년에는 지상 및 위성 네트워크 간의 연동 테스트와 함께, 다양한 회원국 인프라 간의 상호 운용성 확보가 주요 과제로 부상하고 있음<sup>12)</sup>

- 지상-위성 연동의 핵심, EAGLE-1: 유럽우주국(ESA) 및 EU 집행위원회와의 협력 하에 유럽 최초의 양자 암호 위성인 EAGLE-1 프로젝트가 추진중<sup>13)</sup>. 20개 이상의

[2025-unveiled/](#)

6) [https://www.eurohpc-ju.europa.eu/boosting-europes-quantum-computing-infrastructure-2024-12-02\\_en](https://www.eurohpc-ju.europa.eu/boosting-europes-quantum-computing-infrastructure-2024-12-02_en)

7) <https://eurohpc-ju.europa.eu/news/eurohpc-ju-signs-contract-euroqcs-italy-newest-eurohpc-quantum-computer-2023-06-28>

8) <https://www.psnk.pl/inauguration-of-piast-q-a-leap-for-european-quantum-computing/>

9) [https://www.eurohpc-ju.europa.eu/vlq-europes-next-leap-towards-quantum-powered-research-and-innovation-2025-09-23\\_en](https://www.eurohpc-ju.europa.eu/vlq-europes-next-leap-towards-quantum-powered-research-and-innovation-2025-09-23_en)

10) <https://sciencebusiness.net/news/quantum-computing/eu-unveils-plan-boost-quantum-research-and-innovation>

11) <https://quantumcomputingreport.com/eu-backs-supreme-consortium-for-industrialization-of-superconducting-quantum-chip-fabrication/>

12) <https://www.frenchexpertinireland.com/blog/europes-quantum-gamble-the-strategic-industry-roadmap-2025-unveiled/>

유럽 파트너가 참여하는 이 프로젝트는 저궤도 위성을 통해 장거리 QKD 기술을 실증하고, 이를 EuroQCI의 우주 부문과 통합하는 것을 목표로 함. EAGLE-1은 2026년 말 발사될 예정이며, 3년간의 임무를 수행하게 됨

- (우주 및 국방 연계) 유럽우주국(ESA)과 협력하여 양자 통신 기술의 우주 적용 로드맵을 개발하고 있으며, 민간의 양자 혁신을 국방 및 안보 분야로 이전하는 '스핀-인(spin-in)' 이니셔티브가 2026년부터 계획되어 있음

- SAGA 프로젝트: ESA와 유럽 위원회가 협력하는 SAGA 프로젝트는 위성 기반 QKD를 통해 정부 및 군사 통신을 위한 초보안 채널을 제공하는 것을 목표로 함<sup>14)</sup>

## ○ 양자 센서 및 계측

- (산업 및 국방 응용) 정밀 의료 진단, 자율주행차를 위한 내비게이션, 국방 분야의 감지 기술 등 특정 산업 분야에서의 활용 사례를 창출하는 데 연구가 집중되고 있음. 특히 우주 및 국방 기술 로드맵을 통해 전략적 응용 분야를 구체화하고 있음

- 의료 분야: 양자 센서의 높은 민감도를 활용해 뇌파(MEG) 및 심장 자기 신호(MCG) 측정 장비의 정확도를 높여 알츠하이머나 암의 조기 진단을 돕는 연구가 활발함<sup>15)</sup>. 2025년부터는 '양자 자기공명영상(Q-MRI)' 구축을 통해 진단 기술을 한 단계 더 발전시킬 계획
- 자율주행 및 항법: GPS 없이도 작동 가능한 '양자 기반 항법시스템(PNT)' 개발이 진행 중<sup>16)</sup> 특히 양자 자이로스코프와 가속도계는 자율주행차, 잠수함, 항공기의 정밀 항법을 가능하게 할 핵심 기술로 주목받고 있음
- 자원 탐사: 2026년부터 '양자 중력계 네트워크'를 개발 및 배포하여 지하에 위치한 석유, 지하수, 가스 등의 탐지에 활용할 예정

- (유럽 내 주요 플레이어) 스위스의 Qnami는 양자 자기장 센서를 상용화하여 반도체 결함 분석 및 의료 진단에 적용하고 있으며, 독일의 프라운호퍼 IAF는 광학 기반 양자 센서 및 시스템 통합 기술 개발을 주도<sup>17)</sup>

13) [https://www.esa.int/Applications/Connectivity\\_and\\_Secure\\_Communications/Quantum\\_encryption\\_to\\_boost\\_European\\_autonomy](https://www.esa.int/Applications/Connectivity_and_Secure_Communications/Quantum_encryption_to_boost_European_autonomy)

14) [https://www.esa.int/Applications/Connectivity\\_and\\_Secure\\_Communications/Advancing\\_Europe\\_s\\_quantum\\_secure\\_communications\\_from\\_space](https://www.esa.int/Applications/Connectivity_and_Secure_Communications/Advancing_Europe_s_quantum_secure_communications_from_space)

15) <https://www.frost.com/growth-opportunity-news/techvision/quantum-sensing-in-healthcare-growth-opportunities-in-diagnosis-monitoring-and-precision-medicine-tgc-cim-sn/>

16) <https://www.cnas.org/publications/reports/atomic-advantage>

17) <https://www.iaf.fraunhofer.de/en/media-library/press-releases/smaraq-integrates-quantum-optics-on-a-chip.html>

## II. 유럽의 양자정보 정책 동향

### □ 개요

- 2025년 유럽의 양자 정책은 '전략적 집중'과 '거버넌스 통합'으로 요약
  - JRC의 정책 보고서는 EU의 공공 투자가 여러 프로그램에 분산되어 있어 잠재력을 완전히 실현하지 못하고 있다고 지적하며, 보다 집중적이고 전략적인 접근이 시급하다고 강조함<sup>18)</sup>
  - 이에 따라 EU는 'Quantum Europe Research and Innovation Initiative'를 발표하고, 기초 연구부터 산업화, 인프라 구축까지 아우르는 통합된 비전을 제시함<sup>19)</sup>

### □ 주요 정책 및 이니셔티브

- Quantum Europe Research and Innovation Initiative
  - (목표) 유럽의 강력한 연구 기반을 경제적 리더십으로 전환하기 위해 EU 회원국들의 역량을 결집하는 것을 목표로 함<sup>20)</sup>
  - (주요 내용) 기초 연구 지원, 기술 개발 및 혁신, 양자 인프라 및 파일럿 라인 투자, 공공 및 산업 응용 프로그램 개발을 포괄함
    - 통합 예산 및 관리: 기존에 'Horizon Europe', 'Digital Europe Programme' 등 여러 곳에 분산되었던 양자 관련 예산을 통합적으로 관리하여 투자 효율성을 높임
    - 전 주기 지원 강화: 기초 연구(ERC 등) 지원은 물론, 기술 개발 및 혁신(EIC), 양자 인프라 및 파일럿 라인 투자, 공공 및 산업 응용 프로그램 개발까지 양자 기술 발전의 전 주기를 포괄적으로 지원
    - 2025년 핵심 목표: 양자 컴퓨팅, 통신, 센싱 분야에서 유럽이 기술 주권을 확보할 수 있는 핵심 기술 영역을 식별하고, 이에 대한 전략적 투자를 집중하는 로드맵을 구체화 중
- 거버넌스 개편 - 'Quantum Act'와 EuroHPC JU의 역할 강화<sup>21)</sup>
  - (새로운 거버넌스 체계) 차기 'Quantum Act'의 일부로 새로운 거버넌스 체계가 제시될 예정. 이 법안은 EU 차원의 양자 기술 개발 및 도입을

18) [https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/new-jrc-policy-report-future-directions-quantum-technology-europe-2025-10-14\\_en](https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/new-jrc-policy-report-future-directions-quantum-technology-europe-2025-10-14_en)

19) <https://sciencebusiness.net/news/quantum-computing/eu-unveils-plan-boost-quantum-research-and-innovation>

20) [EuropeanCommissionlaunchesstrategytomakeEuropeQuantumleaderby2030-QT.eu](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip-23-1900)

21) <https://www.utwente.nl/en/eciu/archive/new-eu-quantum-strategy/>

위한 법적, 윤리적 프레임워크를 제공하고, 회원국 간의 협력을 촉진하는 내용을 담을 것으로 보임

- (EuroHPC JU의 권한 확대) 그전까지는 EuroHPC JU(European High Performance Computing Joint Undertaking)가 모든 양자 기술 분야를 통합 관리하도록 권한이 확대됨. 이는 양자 컴퓨팅과 슈퍼컴퓨팅의 시너지를 극대화하고, 유럽의 HPC 인프라를 양자 기술 발전의 핵심 허브로 활용하려는 전략임

## ○ 국가별 전략 및 유럽 양자 협약(European Quantum Pact)

- (이중 전략(Dual Strategy)) 독일, 프랑스, 네덜란드 등 주요 회원국들은 자체 국가 전략을 지속 추진하는 동시에, '유럽 양자 협약' 서명을 통해 EU 차원의 공동 비전과 협력을 강화하고 있음. 이는 개별 국가의 강점(독일의 산업 연계, 프랑스의 기초 연구, 네덜란드의 스타트업 생태계)을 유지하면서도 유럽 전체의 시너지를 극대화하려는 전략임<sup>22)</sup>

### - 주요 국가 동향

- 독일: 2023-2026년간 30억 유로를 투입하는 '양자 기술 실행 계획'을 통해 산업 적용 및 상용화에 집중하고 있으며, 특히 자동차, 제약, 화학 산업과의 협력 프로젝트를 강화하고 있음<sup>23)</sup>
- 프랑스: 2030년까지 18억 유로를 투자하는 '프랑스 양자 계획(France Quantique)'을 통해 기초 연구와 인력 양성에 강점을 보이며, 최근에는 양자 스타트업 육성을 위한 지원을 확대하고 있음<sup>24)</sup>

## ○ 세부 정책 주제별 동향

- (인력 양성) EU는 양자 기술 분야의 심각한 인재 부족 문제를 해결하기 위해 다각적인 프로그램을 본격화하고 있음
  - 고급 인력 이동성 강화: 2026년부터 '유럽 양자 인재 이동성 프로그램'을 가동하여 EU와 파트너 국가 간 양자 기술 전문가의 국제적 교류와 역량 개발을 촉진할 계획임<sup>25)</sup>
  - 산업 연계 교육: 유럽혁신위원회(EIC)는 2025년 '연구자-스타트업 파견 파일럿 프로그램'을 시작하여 연구 인력이 양자 스타트업에 직접 파견되어 현장의

22) [https://commission.europa.eu/news-and-media/news/eus-plan-become-global-leader-quantum-2030-2025-07-02\\_en](https://commission.europa.eu/news-and-media/news/eus-plan-become-global-leader-quantum-2030-2025-07-02_en)

23) <https://qbn.world/eur-3-billion-action-plan-for-quantum-technologies-by-german-government/>

24) <https://world.businessfrance.fr/nordic/the-rise-of-quantum-technologies-in-france/>

25) <https://sciencebusiness.net/news/quantum-computing/eu-unveils-plan-boost-quantum-research-and-innovation>

기술적 난제를 해결하고 지식 이전을 가속화하도록 지원함

- 교육 인프라 구축: 2026년 설립 예정인 '유럽 양자 기술 아카데미'는 석·박사 학위 과정과 전문가를 위한 단기 집중 교육 모듈을 제공하는 온라인 허브 역할을 할 것임. 또한, 'DigiQ' 프로젝트를 통해 유럽 전역에 16개의 양자 기술 융합 석사 과정을 개발하는 등 학제 간 교육을 강화하고 있음<sup>26)</sup>

- (국제 협력) 미·중 기술 경쟁 속에서 EU는 '개방성'을 원칙으로 유사 입장국과의 협력을 통해 공급망을 강화하고 기술 발전을 가속화하는 전략을 추구

- 전략적 파트너십 구축: 2025년부터 EU는 디지털 파트너십을 체결한 국가들을 중심으로 새로운 양자 및 다자간 협력 이니셔티브를 출범시킬 예정임
- 범대서양 협력 강화: 미국 등 동맹국과 자원을 공동으로 활용하여 국방 등급의 신뢰할 수 있는 공급망을 개발하고, 범대서양 혁신 생태계 내에서 양자 기술 적용을 가속화하는 것을 목표로 함
- 협력 프레임워크 수립: 2025년 이후 '유럽 양자 국제 협력 프레임워크'를 수립하여 국제 파트너십을 체계적으로 관리하고, 공동의 목표 달성을 위한 시너지를 극대화할 계획임

- (윤리적, 사회적 영향) EU는 양자 기술이 책임감 있게 개발되고 사회에 수용될 수 있도록 선제적으로 법적·윤리적 기반을 마련하고 있음

- '양자법(Quantum Act)' 제정 추진: 2026년 입법이 제안될 '양자법'은 양자 기술의 개발과 활용에 대한 법적·윤리적 가이드라인을 제시할 것임. 이 법안은 R&D 촉진과 산업 역량 강화를 넘어, 공급망 안정성과 거버넌스 체계를 포괄하는 것을 목표로 함
- 책임 있는 혁신과 사회적 합의: EU는 '의견 수렴 절차(Call for Evidence)'를 통해 학계, 산업계, 시민사회의 폭넓은 의견을 수렴하며 법안을 설계하고 있음. 이는 기술 개발 초기 단계부터 경제적, 사회적 요구를 균형 있게 반영하려는 '책임 있는 혁신' 원칙을 실현하는 과정임<sup>27)</sup>
- 균형 잡힌 규제 접근: 산업계에서는 기술이 충분히 성숙하기 전에 설부른 규제를 도입하는 것을 경계하고 있으며, EU 역시 이러한 의견을 반영하여 혁신을 저해하지 않는 유연하고 균형 잡힌 규제 프레임워크를 지향하고 있음<sup>28)</sup>

26) [https://commission.europa.eu/news-and-media/news/eus-plan-become-global-leader-quantum-2030-2025-07-02\\_en](https://commission.europa.eu/news-and-media/news/eus-plan-become-global-leader-quantum-2030-2025-07-02_en)

27) <https://www.insideglobaltech.com/2025/11/04/european-commission-launches-a-call-for-evidence-on-the-impact-assessment-for-the-forthcoming-eu-quantum-act/>

28) <https://www.euroquic.org/strategic-industry-roadmap-2025/>

### III. 시사점

- (전략적 통합과 집중) 유럽은 분산된 연구 및 투자 프로그램을 'Quantum Europe Initiative'라는 단일 거버넌스 아래 통합하여 효율성을 극대화하는 방향으로 나아가고 있음. 특히, 2025년 3분기부터 EuroHPC JU가 EU의 모든 양자 R&D 활동을 총괄 조정하게 되는 것은 상징적인 변화임. 이는 제한된 자원으로 글로벌 경쟁에 대응하기 위한 핵심 전략으로, 여러 부처에 걸쳐 투자가 분산된 한국의 양자 기술 정책 수립에 중요한 참고 사례가 될 것임
- (프로토타입에서 주권으로) 2025년은 유럽 양자 기술이 실험실 프로토타입 단계를 넘어, 실제 환경에서 운영되는 TRL 9 수준의 기술을 확보하는 원년으로 설정됨. 이는 단순 기술 개발을 넘어 인프라 구축, 공급망 내재화, 산업 표준 주도 등을 통해 '기술 주권'을 확보하려는 장기적 비전을 보여줌. 'Chips Joint Undertaking'을 통한 6개 산업용 양자 칩 파일럿 라인 구축과 2026년 발표될 '양자 칩 산업화 및 표준화 로드맵'은 이러한 목표를 실현하기 위한 구체적인 실행 계획임
- (강점 기반의 생태계 구축) 유럽은 세계 최고 수준의 HPC 인프라와 강력한 기초 연구 역량이라는 자신들의 강점을 활용하여 양자 기술 생태계를 구축하고 있음. 특히 QC-HPC 통합 전략은 단기적으로 가장 빠르게 성과를 낼 수 있는 현실적인 접근법으로 평가됨. 또한, 전 회원국에 '양자 역량 클러스터(QCCs)'를 네트워킹하여 각국의 강점(예: 독일의 산업 연계, 프랑스의 기초 연구)을 유기적으로 연결하고 유럽 전체의 시너지를 창출하려는 전략이 돋보임
- (개방적 국제 협력) 미국, 중국과의 치열한 경쟁 속에서도 유럽은 동맹국과의 개방적인 R&D 협력을 강조하고 있음. 이는 기술 발전의 가속화와 글로벌 공급망에서의 핵심적 역할 확보를 위한 실용적인 외교 전략임. 특히 민간의 양자 혁신을 국방 및 안보 분야로 이전하는 '스핀인(spin-in)' 이니셔티브(2026년 계획)와 유럽우주국(ESA)과의 협력 강화는 기술 패권 경쟁이 안보와 직결되는 현실을 반영함. 한국 역시 글로벌 양자 생태계 내에서 신뢰받는 파트너로서 유럽과의 전략적 협력 분야를 적극적으로 모색할 필요가 있음을 시사함<sup>29)</sup>

29) [https://ecipe.org/wp-content/uploads/2025/01/ECI\\_25\\_PolicyBrief\\_03-2025\\_LY02.pdf](https://ecipe.org/wp-content/uploads/2025/01/ECI_25_PolicyBrief_03-2025_LY02.pdf)