

양자인공지능(QAI) 시대의 경기도 일자리 정책 연구

- 양자혁명을 중심으로

요약

1. 왜 양자인공지능(Quantum AI)인가?

- 기술적 전환점의 도래: 폭발적으로 증가하는 정보 유통량을 기존 컴퓨팅 구조로 처리하는 데 한계가 발생함에 따라, 이에 대한 대안으로 양자컴퓨팅이 부상함
- 고급 일자리 창출: 2035년까지 양자 소프트웨어 엔지니어링, AI 윤리, 하드웨어 유지 관리 등 고급 기술 분야에서 전 세계적으로 약 84만 개의 신규 일자리가 창출될 것으로 추산됨
- 주요 산업구조 재편: 금융(포트폴리오 최적화), 의료(약물 발견 및 맞춤형 의학), 물류(배송 경로 최적화), 에너지(신소재 시뮬레이션) 등 전 부문에서 가치 창출과 혁신이 가속화됨

2. 대한민국의 양자산업 현황과 양자 기술 산업화

- 글로벌 패권 경쟁과 공급망 내재화: 주요국은 양자 기술을 국가 안보의 핵심 자산으로 규정하고, 미국(테크 허브), 캐나다·영국·네덜란드·일본 등 정부 주도의 클러스터 기반 생태계 조성을 추진함
- 국내 정책적 기반 마련: '양자기술산업법' 시행 및 '제1차 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획' 수립을 통해 R&D에서 산업화로의 패러다임 전환을 모색함
- 국내 생태계의 한계: 초기 스타트업 및 중소기업 중심으로 시장이 형성되어 있으며, 핵심 소부장(소재·부품·장비)의 높은 수입 의존도, 선도국 대비 축적 기술 격차, 융합형 전문 인력 부족이라는 약점을 보유함

3. 양자기술과 산업·일자리 변화

- 고용 구조의 양극화 우려: 단순·반복적인 사무직과 생산직 직무는 자동화 위험에 노출되는 반면, 양자 알고리즘 개발 및 데이터 분석 등 고숙련 직무 수요는 폭증하는 노동시장 양극화가 가속화됨
- 직무 성격의 전환 필요성: 기술 발전이 일자리를 무조건 없애기보다 직무의 성격을 변화시키므로, 양자 AI를 활용하는 역량을 갖추는 것이 고용 유지의 핵심 변수로 작용함
- '제번스의 역설(Jevons paradox)'의 함의: 기술혁신으로 근로자의 생산성이 높아지고 가격이 하락할 때, 소비자 수요가 탄력적으로 폭발한다면 장기적(long-term) 관점에서 해당 분야의 노동 수요가 오히려 증가할 수 있음을 시사함

4. 경기도 'Quantum AI 중심 일자리 정책' 제언

- 경기도형 양자 클러스터 조성 및 집적화: 기존 인프라를 연계하여 산·학·연 역량을 결집하고, 글로벌 빅테크 R&D 센터 유치 및 스타트업 육성을 위한 'Quantum AI 혁신 펀드' 조성을 추진
- 미래 직무 대응 인재 양성 및 리스킬링: 업무 자동화 위험에 선제적으로 대응하기 위해 이분법적 사고 탈피부터 거버넌스·보안 에 이르는 4단계 과정의 '양자 리터러시(Quantum Literacy)' 교육 커리큘럼을 운영
- 중소기업 진입 장벽 완화: 대규모 설비 투자가 어려운 도내 중소기업(SME)과 스타트업을 위해 글로벌 업체와 파트너십 및 하이브리드 시스템 통합을 기반으로 한 '양자 클라우드 서비스' 접근 전략을 지원
- 지역 주력 산업 연계 및 사회안전망 마련: 도내 강점인 반도체·물류 산업에 양자 AI를 접목하여 고부가가치 일자리를 유도하는 한편, 'AI 에이전트' 기반 일자리 매칭 및 미래형 유연 근로 문화를 선도할 '기본 일자리(주3일제)' 파일럿을 병행

1 왜 양자인공지능(Quantum AI) 인가?

양자인공지능(Quantum AI)이 세계 경제에 미치는 혁신적인 영향은 점점 더 커지고 있음. 혁신을 가속화하고 고급 일자리 창출부터 금융, 의료, 마케팅과 같은 산업 혁신에 이르기까지 양자인공지능(Quantum AI)은 성장과 효율성을 위한 엄청난 기회를 제공하고 있음¹

1 주류 경제에 미치는 영향(Mainstream Economic Impacts)

■ 경제 성장과 가치 창출(Economic Growth and Value Creation)

- 양자인공지능(Quantum AI)은 비교할 수 없는 경제 성장을 위한 촉매제임. McKinsey & Company는 2035년까지 양자 인공지능(Quantum AI)이 주로 양자 소프트웨어 엔지니어링, AI 윤리, 양자 하드웨어 유지 관리 등 고급 기술 분야에서 전 세계적으로 약 840,000개의 새로운 일자리를 창출할 것으로 추정함. 이러한 역할은 AI의 반복 작업 자동화를 보완하여 산업 전반에 걸쳐 생산성 향상을 촉진할 것임
- 양자 컴퓨팅의 통합은 AI 교육 및 최적화 프로세스를 가속화하여 기업이 더 빠르게 혁신하고 새로운 제품과 서비스를 만들 수 있도록 지원함. 이러한 가치 창출은 거대 기술 기업에만 국한되지 않음. 중소기업(SME)은 대규모 인프라 투자 없이 양자 클라우드 서비스를 활용하여 고유한 기능에 액세스할 수 있음

■ 산업 전환(Industry Transformation)

- 산업 전환(Industry Transformation)에서 양자인공지능(Quantum AI)의 영향은 이미 주요 부문을 재편하고 있음
- **금융:** 양자 알고리즘은 복잡한 시장 변수를 동시에 분석하여 거래 전략과 위험 평가를 향상시킴. 예를 들어, 양자 강화 포트폴리오 최적화를 통해 자산 관리자는 위험과 수익의 균형을 더욱 정확하게 유지하여 시장 충격에 대한 노출을 줄일 수 있음
- **의료:** 약물 발견은 분자 상호 작용의 양자 시뮬레이션을 통해 막대한 이점을 얻어 시간과 비용을 대폭 절감함. 양자인공지능(Quantum AI)이 환자 데이터를 처리하여 치료를 맞춤화하고 결과를 개선함에 따라 맞춤형 의학도 발전하고 있음
 - 의료용으로 양자인공지능(Quantum AI)을 배포하려는 개발 도상국은 제한된 양자컴퓨팅 접근 및 숙련된 인력 부족을 포함한 인프라 문제에 직면해 있음. 이러한 장벽을 극복하고 의료 개선을 실현하려면 국제 양자 클라우드 제공업체와의 협력과 현지 양자 교육 프로그램에 대한 투자가 필수적임
- **물류:** 경로 및 재고 관리의 양자 최적화를 통해 공급망이 더욱 효율적이 됨. 양자 AI를 사용하는 물류 회사는 수백만 개의 배송 순열을 몇 초 만에 평가하여 연료 소비와 배송 시간을 단축할 수 있음
- **에너지:** 양자인공지능(Quantum AI)은 배터리 및 태양전지용 신소재를 시뮬레이션하고 에너지 저장 및 효율성을 향상시켜 재생 가능 기술 개발을 가속화함
- **AI/ML:** 퀴티넘(Quantinuum)의 생성형 양자 AI(Generative Quantum AI)와 같은 ‘양자 강화 머신러닝 모델(Quantum enhanced machine learning models)’은 모델 정확도를 향상시키고 훈련 시간을 단축하여 AI가 보다 복잡한 문제를 해결할 수 있도록 함

■ 일자리 시장의 변화(Job Market Shifts)

- 양자인공지능(Quantum AI)은 새로운 기회를 창출하는 동시에 기존 노동 시장에도 혼란을 야기함. McKinsey는 업무의 40%가 자동화 위험, 특히 반복적인 규칙 기반 작업과 관련된 역할에 노출되어 있다고 보고함. 그러나 양자인공지능(Quantum AI)의 부상으로 인해 직원이 새로운 역할로 원활하게 전환할 수 있도록 양자 활용 능력, 데이터 과학 및 윤리적 AI 거버넌스에 초점을 맞춘 재교육 프로그램도 필요함

¹ 2026년 4월 2일 접속, <https://www.linkedin.com/pulse/quantum-ai-transforming-global-economy-uncovering-new-ambreen-zafar-58aff/>

■ **보안 및 개인정보 보호(Security and Privacy)**

- 양자인공지능(Quantum AI)은 암호화 기술에 혁신을 제시함. 널리 사용되는 암호화 알고리즘을 잠재적으로 깨뜨림으로써 현재 암호화 표준을 위협하는 동시에 새로운 보안 메커니즘을 제공함. 미국 국립표준기술연구소(NIST)는 2024년에 양자 저항성 암호화 표준을 확정하여 업계가 포스트 양자 세계를 준비하도록 했음
- 또한 양자 키 배포(Quantum Key Distribution, QKD)는 양자 역학(Quantum mechanics)을 활용하여 도청을 감지하고 데이터 무결성을 보장함으로써 보안 통신을 강화함. 예를 들어, 은행은 미래의 양자 공격으로부터 거래를 보호하기 위해 이미 양자 키 배포(QKD)를 시험하고 있음

■ **2 마케팅에 미치는 영향(Impact on Marketing)**

- 금융과 의료가 헤드라인을 장악하고 있지만 마케팅 분야에서 양자인공지능(Quantum AI)의 혁신적인 잠재력은 여전히 과소평가되고 있음. 여기서는 양자인공지능(Quantum AI)이 어떻게 마케팅 전략, 소비자 참여 및 데이터 보안을 혁신할 준비가 되어 있는지 살펴볼 수 있음

■ **양자 머신러닝(QML)을 통한 콘텐츠 제작(Content Creation with QML)**

- 양자 머신러닝(Quantum Machine Learning, QML)은 대규모의 **초개인화된 콘텐츠 생성**을 가능하게 함. 스트리밍 플랫폼(Streaming platforms)은 양자 머신러닝(QML)을 사용하여 시청자 선호도를 분석하고 **실시간으로 맞춤형 비디오 광고를 생성하여 참여율과 전환율을 높일 수 있음**. 기존 AI와 달리 양자 모델은 “단일 심장 박동으로 수천 개의 마케팅 전략을 테스트”하는 것과 유사하게 광범위한 콘텐츠 요소 조합을 동시에 평가할 수 있음

■ **홍보 강화(Public Relations Enhancement)**

- 양자컴퓨팅은 **다양한 대상에 대한 보도 자료 및 미디어 캠페인의 영향을 시뮬레이션**하여 홍보(PR)를 최적화함. PR 팀은 정서와 미디어 도달 범위를 병렬적으로 분석하여 긍정적인 적용 범위를 최대화하고 반발을 최소화하는 메시지를 작성할 수 있음. 이 접근 방식은 기존 A/B 테스트를 뛰어넘어 **역동적인 시나리오 기반 전략 개선**을 제공함

■ **신기술과의 통합(Integration with Emerging Technologies)**

- 양자인공지능(Quantum AI)은 블록체인 및 AR/VR과 시너지 효과를 발휘하여 투명하고 몰입도 **높은 마케팅 경험을 창출**함. 블록체인은 광고 신뢰성을 보장하고 사기를 방지하며, 양자인공지능(Quantum AI)으로 구동되는 AR/VR은 개인화된 가상 피팅룸 또는 제품 데모를 제공하여 고객 참여를 향상시킴

■ **마케팅의 지속 가능성(Sustainability in Marketing)**

- 양자 최적화(Quantum optimization)는 **디지털 광고의 탄소 배출량을 최소화**하는 데 도움이 됨. 광고 게재 일정과 서버 사용을 최적화함으로써 기업은 에너지 소비를 줄이고 마케팅 전략을 보다 광범위한 지속 가능성 목표에 맞춰 조정함
- 이러한 마케팅 혁신은 캠페인 비용 절감, 브랜드 충성도 향상, 점점 더 디지털화되는 시장에서의 경쟁 우위 등 실질적인 경제적 이점으로 이어짐

■ **3 글로벌 경제 변화와 과제(Global Economic Shifts and Challenges)**

■ **양자 격차(Quantum divide)**

- 양자인공지능(Quantum AI)은 글로벌 경제 격차를 악화시킬 위험이 있음. McKinsey는 선진국이 현재 양자인공지능(Quantum AI)의 경제적 이익의 20~25%를 차지하고 있는 반면, 개발도상국은 5~15%만 확보하고 있다고 강조함. 이러한 "양자 격차(Quantum divide)"는 사전에 해결되지 않으면 기존 불평등을 확대할 위험이 있음

- 세계경제포럼(World Economic Forum)은 국제 협력, 지식 공유, 인프라 투자를 통해 양자 기술에 대한 공평한 접근을 옹호함. 이러한 노력이 없으면 양자 역량이 제한된 지역은 혁신, 경제 성장, 보안이 뒤쳐질 수 있음

4 양자 AI와 경제적 과제(Quantum AI and Economic Challenges)

■ 양자인공지능(Quantum AI)의 길에 있는 장애물

- **높은 비용과 기술적 복잡성:** 양자 하드웨어를 구축하고 유지하는 데는 여전히 비용이 많이 들고 전문 지식이 필요함
- **규제 요구 사항:** 정책 입안자는 양자 AI의 윤리적 사용, 데이터 개인 정보 보호 및 보안을 관리하기 위한 프레임워크를 개발해야 함
- **윤리적 우려:** 개인 정보 보호, 알고리즘 편견 및 잠재적인 오용과 관련된 문제에는 경계심 있는 감독이 필요함. Forbes는 피해를 방지하기 위해 혁신과 책임감 있는 거버넌스의 균형을 강조함

5 향후 전망(Future Outlook)

- 양자인공지능(Quantum AI)의 궤적은 양자 프로세서가 복잡한 최적화 및 AI 작업을 처리하고 클래식 컴퓨터가 일상적인 작업을 관리하는 하이브리드 양자-고전 시스템(hybrid quantum-classical systems)을 지향함. 하드웨어 비용이 감소하고 소프트웨어가 성숙해짐에 따라 산업 전반에 걸쳐 채택이 확대될 것임
- 그러나 양자인공지능(Quantum AI)의 긍정적인 영향은 양자 격차(Quantum divide)를 해소하기 위한 윤리적 개발과 글로벌 협력을 통해서만 실현될 수 있음. 비즈니스 리더와 정책 입안자는 교육, 인프라, 포용적 혁신에 대한 투자를 우선시해야 함
- 소규모 기업의 경우 양자 클라우드(Quantum Cloud) 제공업체와의 파트너십은 엄청난 자본 지출 없이 양자 AI 기능을 실험할 수 있는 실질적인 진입점을 제공함

6 양자 혁신 정책에 대한 행동 촉구(Call to Action on Quantum Innovation Policy)

- 양자인공지능(Quantum AI)이 계속해서 발전함에 따라, 그것이 세계 경제에 미치는 혁신적인 영향은 점점 더 부인할 수 없게 되었음. 혁신을 가속화하고 고급 일자리 창출부터 금융, 의료, 마케팅과 같은 산업 혁신에 이르기까지 양자인공지능(Quantum AI)은 성장과 효율성을 위한 엄청난 기회를 제공함
- 그러나 잠재력을 최대한 실현하려면 양자 격차(Quantum divide) 해소, 윤리적 거버넌스(Ethical governance) 보장, 교육 및 인프라에 대한 투자 등 중요한 과제를 해결해야 함. 이러한 장애물을 적극적으로 탐색함으로써 기업과 정책 입안자는 양자인공지능(Quantum AI)을 활용하여 경제적 번영을 촉진할 뿐만 아니라 보다 포용적이고 지속 가능한 미래를 조성할 수 있음
- 앞으로 하이브리드 양자-고전 시스템(Hybrid quantum-classical systems)의 통합과 양자 기술(Quantum technologies)에 대한 광범위한 접근은 양자인공지능(Quantum AI)의 이점을 민주화하여 모든 규모의 조직이 글로벌 규모로 혁신하고 경쟁할 수 있도록 지원하게 될 것임
- **양자 혁신 정책에 대한 행동 촉구는 분명함:** 이해관계자(stakeholders)는 양자 지식을 배양하고 공평한 접근을 촉진하며 책임 있는 프레임워크를 개발하기 위해 부문과 국경을 넘어 협력해야 함. 오늘날 양자인공지능(Quantum AI)을 수용하는 것은 기술적 필수 사항일 뿐만 아니라 내일을 위한 탄력적이고 역동적이며 공평한 경제를 형성하기 위한 전략적 필수 사항임

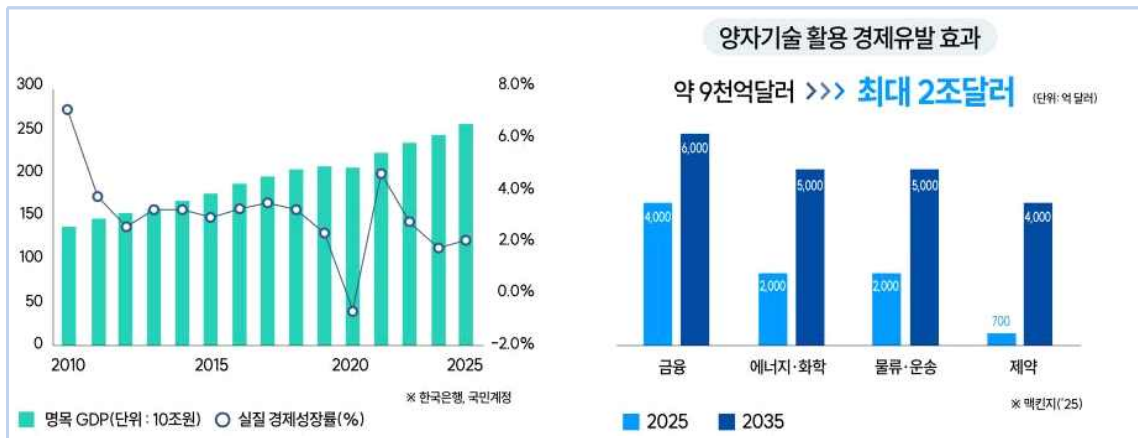
2 대한민국의 양자산업 현황 및 양자기술 산업화

양자인공지능(Quantum AI)은 머신러닝 알고리즘, 신경망, 대규모 언어모델(LLM)과 같은 향상된 인공지능 제품의 연구 개발에 양자 컴퓨팅의 혁신적인 힘을 적용하는 컴퓨터 과학의 새로운 분야임.² 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획의 추진 배경 및 방향, 양자 클러스터 조성, 양자기술 산업화의 국내외 현황을 점검함

■ 제1차 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획(안) 추진 배경

- ① **(양자기술의 의의)** 양자기술은 기존 첨단 기술의 한계를 월등히 뛰어넘는 기술로 미래 경제·안보·외교·산업·통상 등 사회 전반의 패러다임을 바꿀 기술
 - 암호체계 무력화(양자컴퓨팅), 정보유출 원천차단(양자통신), 스텔스 정밀 탐지(양자센서) 등 막대한 영향을 미칠 수 있는 파괴적 혁신기술로 평가
- ② **(글로벌 패권 경쟁)** 양자과학기술이 미래 국가 패권을 좌우할 핵심 전략기술로 인식되면서 주요국 간 기술패권 경쟁 심화
 - 주요국 간 기술개발·확보 각축전이 갈수록 심화되고, 가치 공유국 중심 기술동맹·수출통제·공급망 위기 등 대외 불확실성 가속화
 - 양자처리장치(Quantum Processing Unit, QPU), 양자암호기술(Quantum Cryptography), 초전도 소자(Superconducting Qubits) 등 양자기술·제품의 통제 항목 확대 중
- ③ **(신성장동력 확보 필요)** 최근 경제성장률은 지속 둔화 추세로, 대한민국 경제 재도약을 위한 새로운 성장동력 발굴 시급
 - 양자기술과 밀접한 연관이 있는 반도체·ICT 보유 인프라를 적극 활용하여 새로운 산업의 한 축으로 발전 가능
 - 2035년까지 금융, 에너지, 물류, 제약 등 파생산업의 양자 활용 경제 유발효과는 최대 2조 달러 전망

그림 1 대한민국의 새로운 성장동력 확보 필요



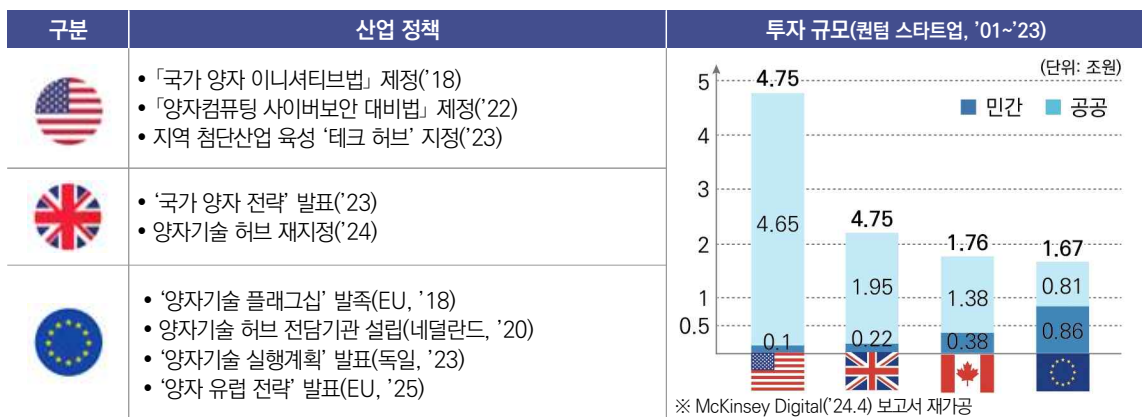
자료: 관계부처합동(2026), "제1차 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획(안)", 양자전략위원회, 1월 29일, p.1.

2 2026년 2월 4일 접속, <https://www.ibm.com/kr-ko/think/topics/quantum-ai>

《대한민국의 양자 클러스터 조성》‘양자클러스터’란 양자과학기술 및 양자산업을 육성하기 위하여 기업, 대학, 연구소 등을 상호 연계하여 조성하는 지역을 의미함³

- 대한민국 중앙정부는 산·학·연이 함께 만들어가는 자생적 양자 생태계 및 국가 경제 성장을 견인하는 대표 양자기업 육성을 위해 양자클러스터를 조성하고자 함⁴
- 인공지능전환(AI, AI Transformation)을 넘어, 세상을 바꾸는 양자기술의 미래 잠재력에 투자 확대
 - 양자기술은 기존 산업과 융복합을 통해, 산업 구조 및 경제·사회 전반의 변화와 기술혁신으로 미래가치를 창출하는 국가 성장동력
 - 주요국은 양자기술을 국가·경제 안보의 핵심 자산으로 규정하고 기술패권·경제안보 강화를 위해 정책적 기반 및 전략적 투자 확대
 - 미국 트럼프 2기 행정부 출범 이후 美·中 갈등, 핵심 원재료 수출통제 및 공급망 불안 확대
 - 미국, 유럽 등은 양자기술 경쟁우위 확보 및 산업 선점을 위하여 클러스터 기반 생태계와 소부장(소재·부품·장비) 공급망 육성 선도

표 1 주요국 양자산업 정책



자료: 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.2.

- 국내 양자기술 산업화 전환과 공급망 확보를 위한 동력 필요
 - 우리는 양자과학기술 플래그십 프로젝트('25~'32, 6,454억원) 등 양자 기술 추격을 위한 R&D 투자가 확대 중이나, 산업화 기반은 미약
 - 2015년 45억원(사업 1개) → 2025년 1,980억원(사업 26개, ▲440%), 산업화 8% 규모(사업 3개 155억원)
 - 2019년부터 축적된 양자 R&D 지식역량이 양자 新시장 창출을 위한 사업화로 뿌리내릴 수 있도록 양자산업 정책의 패러다임 변화 필요
 - 이에, 양자전환(QX, Quantum Transformation)을 통한 고부가가치 기술혁신 및 '연구 → 응용 → 사업화 → 투자'에 이르는 '숏주기 양자산업 선순환 전략' 본격 추진

3 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.1.

4 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.2.

《양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획의 방향》

- **(역량·환경 진단)** 대한민국이 보유한 역량과 대외 환경을 면밀히 분석하여 글로벌 양자 생태계 진입을 위한 분야별 중점 과제 도출
- **(시사점)** 퀀텀기술의 경제·안보 파급력으로 기술패권 경쟁·공급망 위기 가속, 상용화가 본격 시작되는 초입 단계이나 대한민국 기술력 한계로 시장진입 부진
 - 대한민국이 글로벌 양자 생태계 진입을 위한 골든 타임을 놓치지 않도록, 범부처 차원의 신속한 전략 수립과 이행이 필요한 시점
- **(추진방향)** 분야별 중단기 특화 전략과 산업 생태계기반 조성 전략 추진
 - 글로벌 퀀텀산업 시장, 관련 산업군(플레이어), 기술수준 등이 분야별로 다른 상황
 - ⇒ R&D, 정책·제도, 산업 생태계 육성, 글로벌 협력 등 최적의 특화 방안 수립 필요
 - 양자종합계획 추진 기본방향
 - ① (시장 선점) 양자 HW·SW 제조 역량 강화와 활용 시장 선점 투트랙 설정
 - ② (공급망 협력) 국내기업 글로벌 핵심 공급망 진입 및 글로벌 협력 강화
 - ③ (퀀텀 생태계 집약) 양자 클러스터를 중심으로 산학연 역량 결집, 산업 기반 조성

그림 2 대한민국 퀀텀 생태계 SWOT 분석

		S 우리의 강점	W 우리의 약점
		<ul style="list-style-type: none"> • 우수한반도체·ICT 인프라 기반으로 추격 역량 보유 • 국가 차원의 AI 분야 대대적 투자 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 후발 주자로 선도국과 축적기술 격차·핵심인력 부족 • 국내 양자시장 미형성·글로벌 공급망 진입기업 부재
O 우리의 기회	SO 우선 수행 과제	우선 보완 과제 WO	
<ul style="list-style-type: none"> • 확고한 지배 기술 부재로 기술 경쟁 가능성 존재 • 양자 활용시장의 미형성·높은 수준의 시장 장벽 	<ul style="list-style-type: none"> • 퀀텀-AI 융합 인프라 신속 구축으로 활용 • 제조·엔지니어링 등 국내 역량 결집으로 기술격차 극복·핵심 소부장 글로벌 공급망 진입 	<ul style="list-style-type: none"> • 양자 클러스터 조성으로 산업화 지원구심점 마련 • 융합 인재 양성·특화 펀드조성으로 전환·스타트업 지원 	
T 우리의 위협	ST RISK 해결 과제	장기 보완 과제 WT	
<ul style="list-style-type: none"> • 국가간 수출통제·기술블록화 등 패권 경쟁 심화 • 양자기술 상용화로 안보위기·산업 경쟁력 저하 우려 	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 협력강화·국제 표준화 선도로 글로벌 생태계 진입 • 전국 QKD망·양자센서 국방 무기체계 적용 등 공공 수요 중심의 R&D·실증으로 상용화 격차 극복 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기적인 안목으로 꾸준한 기초·원천기술 투자 수행 • 국제 공동연구 확대, 국가 대형 인프라와의 통합 활용을 통한 기술 경쟁력 지속 강화 	

자료: 관계부처합동(2026), "제1차 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획(안)", 양자전략위원회, 1월 29일, p.3.

《양자기술 산업화의 해외 현황⁵⁾》

- 세계는 양자 클러스터(Quantum Cluster)를 통해 양자 산업화와 창업 생태계 활성화를 진행중
- 미국은 양자산업 활성화를 위해 「국가 양자 이니셔티브법」을 개정하는 ‘에너지부 양자 리더십 법안(인프라 확충)’, ‘양자 샌드박스 법안(응용사례 발굴)’ 추진
 - 양자 및 하이브리드 응용기술을 공공과 민간 대상으로 적용 가능토록 혁신 솔루션 제공, 클라우드 기반 양자컴퓨터를 활용한 응용사례 발굴 등(congress.gov, ‘25.4)
- 주요국은 양자기술 핵심 소부장의 기술 자립화 전략 강화 및 자국내 공급망 내재화를 최우선 과제로 설정
 - 미국은 「반도체과학법」 기반, 양자기술을 국가 안보의 핵심으로 간주, 반도체·양자 등 핵심기술 및 제품 수출을 통제하고, 공급망을 자국 중심으로 재편 중(‘22~)
 - EU는 체계적·구조적 산업 생태계를 구축하고 공급망 보안 및 전략 자율성 확보를 추진 중으로, 2026년에 ‘Quantum Act’(양자법) 제언 예정
- 해외 스타트업은 차별화된 독자기술, 시장 지향적 제품, 수요 기반 글로벌 확장 등 성공적 전략으로 생태계 구축 중
 - 아이온큐(IonQ)가 2025년 2월, 아이디퀀티크(IDQ, ID Quantique)를 약 2억 5천만 달러(약 3,300억 원)에 인수함
 - SKT와 SK스퀘어는 보유한 아이디퀀티크(IDQ, ID Quantique) 지분을 아이온큐(IonQ) 주식과 맞교환(Stock swap)하여, 아이온큐(IonQ)와의 AI 및 양자 컴퓨터 분야 전략적 제휴를 강화하는 방법으로 움직이고 있음
 - 아이디퀀티크(IDQ)는 SKT의 양자 기술 ‘심장’ 역할을 하며 긴밀히 협력해온 양자 통신 기업이며, 현재는 아이온큐(IonQ)의 계열사로 편입되며, 더 큰 규모의 양자 생태계(컴퓨터+보안)로 편입되고 있는 상황임
 - SK텔레콤은 2018년에 아이디퀀티크(IDQ)에 약 700억 원을 투자하여 지분을 인수, 양자암호통신 기술을 확보했음. 2022년 기준 SK스퀘어가 70%에 육박하는 지분을 보유하며 최대주주로 있으며 파트너이자 자회사였음
 - 뮈퀀스(Muquans)는 프랑스의 양자 센싱(Quantum Sensing) 기술을 기반으로 한 초정밀 물리량 측정 장비, 특히 절대 양자 중력계(AQG, Absolute Quantum Gravimeter)를 세계 최초로 상용화한 선도 기업임. 양자 기술을 활용해 극도로 정확한 중력 측정을 가능하게 하여, 지구 환경 감시 및 탐사 기술의 새로운 지평을 여는 기업임
 - 양자 센싱(Quantum Sensing)은 양자역학의 원리(초위상, 얽힘, 원자 에너지 준위 등)를 활용하여 기존 센서로는 측정할 수 없었던 미세한 물리량을 측정하는 기술임.
 - 뮈퀀스(Muquans)의 절대 양자 중력계(AQG)는 물질파 간섭(Matter Wave Interferometry) 원리를 사용함
 - ① 원자 냉각: 레이저를 사용하여 원자들을 거의 절대영도(0 K, -273.15℃)에 가깝게 냉각함
 - ② 원자 낙하: 냉각된 원자들을 진공 챔버 내에서 자유 낙하시킴
 - ③ 간섭 측정: 낙하하는 원자에 레이저를 조사하여 원자의 양자 상태 변화를 측정, 중력 값을 도출함
 - ④ 장점: 고전적 중력계와 달리 장기적인 측정 드리프트가 거의 없고, 매번 다시 캘리브레이션할 필요가 없음
 - 블루포스(Bluefors)는 양자 컴퓨팅, 특히 초전도 양자 컴퓨터 구동에 필수적인 극저온 냉동기(희석 냉장고) 분야에서 세계적인 시장 지배력을 가진 핀란드 기업이고 양자 컴퓨터의 큐비트가 작동할 수 있는 ‘영하 273도의 환경’을 만드는 가장 산업화된 솔루션을 제공하는 기업임
 - 대한민국을 포함한 전 세계 연구기관 및 기업(IBM, Google 등)에 냉동기를 납품하며, SQMS(Superconducting Quantum Materials and Systems) 센터 등과 협력하여 차세대 양자 플랫폼 개발을 주도하고 있음

5 관계부처합동(2026), “양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획(‘26~’30) -”, 양자전략위원회, 1월 29일, p.3.

표 2 글로벌 퀀텀 스타트업 성공사례

구분	국가	스타트업	예시
양자컴퓨팅			<ul style="list-style-type: none"> 고유 이온트랩 기술로 시장경쟁력 극대화 폭넓은 민·관 파트너십으로 최고기술력 확보
양자통신			<ul style="list-style-type: none"> 국제 표준을 선도하는 독보적 QKD 기술 기술 다각화(QRNG, SNSPD 등)로 글로벌 시장 확대
양자센싱			<ul style="list-style-type: none"> 레이저 냉각 기반 시장친화 정밀측정 상용화 산·학·연 생태계 활용으로 고부가 틈새시장 공략
양자소부장			<ul style="list-style-type: none"> 전통적 극저온 냉각기 글로벌 최고 기술우위 제품개발 및 기업인수로 시장과 글로벌 확장

자료: 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.3.

- 주요국은 지역거점과 신기술을 연계하면서 국가 차원 양자기술 산업 확산과 생태계 활성화를 위해 정부 주도 퀀텀 클러스터 조성

표 3 주요국 퀀텀 클러스터 육성 및 조성 방향

구분	주요 내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> 지역 첨단산업 육성 차원, 양자분야 2개(콜로라도 등) 지정 테크 허브 지정을 통해 지역 혁신 이니셔티브를 추진하며, 지속 가능한 지역 경제 발전과 균형발전 도모
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> 산·학·연 협력 4개 지역허브(토론토-워털루-오타와 등) 구축 및 상용화·기업육성 투자 특화된 연구 역량과 산업 기반 중심의 자생력 있는 클러스터에 대한 중앙정부 및 주정부 지원을 통해 산학연 협력과 기술사업화를 추진
영국	<ul style="list-style-type: none"> 실용·상용화 중심의 전문화한(양자컴퓨팅·통신·센싱) 양자 허브 5개 구축 세계 최초로 국가 양자기술 프로그램을 신설하고, 전문 허브를 지정하고, 대규모 투자 단행 등 정부 주도로 전략분야 집중 육성
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> 기능별 특화한 5개 양자 허브(DELTA) 조성 및 국가 양자 캠퍼스 구축 민관협력 비영리기관 주도로 지역 특화 양자 허브를 구축하고, 폴스택 접근법, 정부의 적극적 인프라 투자·지원, 스타트업의 해외진출 촉진
일본	<ul style="list-style-type: none"> 정부 주도 R&D-산업-정책 융합형 전문화 허브(11개) 네트워크 구축 거점 지정·확대를 통한 R&D-산업-정책 연계형 모델을 추진하며, 국산부품·소재 공급망 확보 등 기술 자립화를 가속 중

자료: 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.3, p.6.

《양자기술 산업화의 국내 현황⁶⁾》

- 대한민국은 정부 주도로 정책적 기반을 마련하고 생태계 확대 노력 중
- **(정책)**「양자기술산업법」시행('24.11)·퀀텀 이니셔티브 추진전략('25.3) 등 글로벌 생태계 진입을 위해 기초연구를 넘어 산업화 전략 추진

6 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26~'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.7.

- 양자 테스트베드 조성·양자암호통신 인증 및 시험검증 지원('23~), 양자 산업인력양성('22~) 등 개방형 생태계 환경조성 중
- 과학기술정보통신부-국정원 협력, 세계최초 '양자암호통신 보안기능 시험' 제도시행('23.4)

표 4 대한민국의 양자 혁신 관련 정책

연도	내용
2021	• 양자기술 R&D 투자전략
2022	• 12대 국가전략기술 지정
2023	• 대한민국 양자과학기술 전략
2024	• 퀀텀 이니셔티브
2025	• 퀀텀 이니셔티브 추진전략

자료: 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26-'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.9.

■ **(기업)** 대한민국 양자 생태계는 스타트업·중소기업 중심으로 초기시장 형성 중, 소부장 기업이 소수로 산학연은 핵심 품목 대부분을 수입에 의존

- 양자컴퓨팅(SW, 8개), 양자통신(6개), 양자센싱(7개), 양자소부장(2개)로 총 23개('25.1), '우리로(wooriro)의 단일광자수신칩(SPAD)', '에스디티(SDT)의 초정밀 양자계측 제어장치' 등 소부장 경쟁력 일부 보유
- 양자기술 전영역 강점보유 기업 육성 등 국내 반도체·정밀 제조 분야 경쟁력과 산업 강점을 활용한 국산 소부장 내재와 요구 증가
 - 양자컴퓨팅(큐노바), 양자통신(큐심플러스), 양자센싱(퀀텀센싱, GQT코리아), 소부장(SDT) 등
 - **'아이디퀀티크(IDQ, ID Quantique) 코리아'**: 정부사업 참여하여 한국형 양자키분배장비 개발 및 국정원 인증·국내 생산 등을 통해 국내 양자기술 자립화 및 글로벌 경쟁력 제고

■ **(지역)** 서울, 부산, 대전 등 지방정부별 조례 제정과 전담부서 신설 등 지역 양자 생태계 활성화를 위한 노력 가시화

- 총 11개 지방정부('25.9월 기준): 서울, 부산, 인천, 대전, 세종, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 경북
 - 서울(KIST 양자랩, 소부장 오픈랩), 경기(성균관대-한국나노기술원(KANC) 양자랩), 대전(KAIST 양자랩), 울산(UNIST 양자랩), 인천(IBM 양자컴퓨터 도입), 충북(IQM 양자컴퓨터 도입) 등
- 반도체, 미래 모빌리티 등 지역 주력·첨단산업 중심으로 양자기술 접목 특화전략 모색 및 지방정부·기업 협력 실증 수요 발굴 중
 - 충남(생산기술연구원, 단파적외선 기반 양자 라이더(LiDAR) 모듈), 경기(도심형 자율주행 실증단계에 하이브리드 양자암호통신 적용), 부산(배터리 불량검출 양자 자기장 센서 실증) 등

■ **(대한민국의 양자 혁신 방향)** R&D를 넘어 산업화로 퀀텀 혁신을 위한 패러다임 전환

- 「양자기술산업법」 제2조(정의)
 - **'양자클러스터'**란 양자과학기술 및 양자산업을 육성하기 위하여 기업, 대학, 연구소 등을 상호 연계하여 조성하는 지역
 - **'양자산업'**이란 양자과학기술 또는 양자지원기술 관련 제품을 생산하거나 서비스를 제공하는 산업
 - **'양자지원기술'**이란 양자과학기술의 구현을 위하여 필요한 소재, 부품, 장비, 시스템 및 소프트웨어와 관련된 기술
 - **'양자과학기술'**이란 양자(量子) 역학적 특성에 기반하여 시스템을 만들거나 정보를 생성·제어·계측·전송·저장·처리하는 기술로서 양자암호, 양자통신, 양자센서, 양자소자, 양자컴퓨터, 양자시뮬레이터 등을 구현하기 위한 과학과 기술 일체
- 양자 기술개발과 산업화를 위한 선순환 구축 ↔ 양자의 전산업 파급효과와 초신뢰 국가안보를 위한 양자전환 대응

표 5 양자 혁신 관련 대내외 환경

글로벌 동향	국내 양자 생태계	국가 미래 성장동력
<ul style="list-style-type: none"> • 정부주도 지역허브 지원 • 정책-인프라-산업 연계 • 산업화 전주기 집적화 • 우수연구자 창업 활성화 • 빠른 사업화로 세계적 기술 확보 및 기업 육성 • 민관협력 해외판로 개척 	<ul style="list-style-type: none"> • 정부주도 정책기반 마련 • 정부주도 개방형 생태계 조성 및 초기시장 형성 중 • 통신·ICT 경쟁력 기반 양자암호통신 상용화 • 양자 스타트업 23개 활동 중 • 지방정부 생태계 협력 의지 	<ul style="list-style-type: none"> • AX(AI Transformation) 대전환 증강 지원 및 양자전환(QX, Quantum Transformation) 대비 • 첨단산업 초격차 견인 및 양자 신시장 창출 • 국가 안보강화 체계구축 • 유망 양자기술 국산화 및 기업발굴·해외경쟁력 확보

자료: 관계부처합동(2026), "양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획('26-'30) -", 양자전략위원회, 1월 29일, p.9.

《양자컴퓨팅과 AI의 관계 및 한계》

1 양자컴퓨팅과 AI는 어떤 관계인가?

- 양자컴퓨팅과 AI는 상호 보완적인 관계로 함께 발전시킬 수 있음. 두 기술이 결합된다면, 인공지능(AGI)의 구현에도 기여할 수 있음. 각 기술이 서로를 활용해 효율성을 높일 수 있는 방식은 다음과 같음
- 양자컴퓨팅은 AI가 방대한 데이터셋을 신속히 처리할 수 있도록 도와, AI 모델의 학습과 연산 과정을 가속화할 수 있음. 이를 통해 AI 애플리케이션은 다음과 같은 성과를 달성해 궁극적으로 AGI 실현의 기반을 다질 수 있음

표 6 양자컴퓨팅이 AI에 영향을 줄 수 있는 영역

구분	내용
연산 능력 강화	• AGI에 필요한 빠른 데이터 처리 및 연산
문제 해결 / 효율성 제고	• AI 추론 및 의사결정 역량 향상
학습 역량 개선	• 다양한 과제와 환경에 적응할 수 있는 AGI의 학습 기반 강화
병렬 처리 능력	• 정보의 분석 및 통합(synthesis) 능력 향상
복잡한 데이터 구조 처리	• AI가 복잡한 정보를 처리하고 이해할 수 있는 틀 제공
AI 연구의 새로운 돌파구 마련	• 이러한 영향을 통해 AI 애플리케이션은 AGI 실현의 기반을 다질 수 있음

자료: 양자 컴퓨팅에 대해 알아야 할 9가지, 2026년 3월 28일 접속, <https://magazine.hankyung.com/money/article/20251117284c>

- AI는 양자컴퓨팅의 발전 및 최적화와 응용 분야 확대에 중요한 역할을 할 수 있음. AI가 양자컴퓨팅에 도움을 줄 수 있는 주요 영역은 다음과 같음

표 7 AI가 양자컴퓨팅에 도움을 줄 수 있는 주요 영역

구분	내용
오류 수정	• 머신러닝은 양자 연산의 오류를 예측 및 수정해 양자 컴퓨터의 신뢰성을 개선
노이즈 감소	• AI는 노이즈 패턴을 분석해 이를 줄일 수 있는 전략을 수립 가능
양자 알고리즘 설계 및 최적화	• AI의 강화 학습과 유사한 방식으로 설계 및 최적화를 수행 가능
양자 하드웨어 제어	• AI는 양자 장치의 교정(Calibration)을 자동화하고 제어 파라미터를 실시간으로 조정해 하드웨어 정밀도를 높임
자원 관리	• AI는 큐비트를 효율적으로 배분하고 양자 작업의 스케줄을 최적화해 시스템 효율을 높임
시뮬레이션 및 모방	• AI는 알고리즘과 하드웨어 테스트를 위한 양자 시스템 시뮬레이션을 개선하는 동시에, 고전 하드웨어상에 양자 프로세스를 모방함으로써 연구를 도울 수 있음

구분	내용
벤치마킹 및 성과 분석	• AI는 양자 장치와 알고리즘을 평가·비교할 수 있는 정교한 벤치마킹 툴을 개발 가능
양자·고전 간 하이브리드 시스템	• AI는 고전 프로세스와 양자 프로세스 간 작업 분배를 최적화해 전반적인 효율성을 극대화 가능
양자머신러닝(QML)	• QML 모델 성능을 개선해 훈련 효율을 높임

자료: 양자 컴퓨팅에 대해 알아야 할 9가지, 2026년 3월 28일 접속, <https://magazine.hankyung.com/money/article/202511117284c>

2 양자컴퓨팅과 AI 융합의 한계와 과제

■ 양자컴퓨팅+AI의 한계와 과제

- 현재 양자컴퓨팅과 AI 융합에서 가장 큰 한계는 양자컴퓨터 하드웨어가 수백 큐비트 수준이며, 범용 양자컴퓨터로서의 오류정정 수준에 도달하지 못해 실용적인 컴퓨터로서의 활용 제약이 존재한다는 점
 - 현재까지 발표된 양자 우위는 양자컴퓨터에 유리하도록 특화된 문제로 증명되어, 고전 컴퓨터와 같은 범용적인 연산에서는 여전히 활용이 어렵다는 한계가 존재
 - 양자 우위를 보여준 주요 결과들이 아직 실험실 수준의 시연(Demonstration)에 그치고 있다는 부정적 평가도 존재
 - 실용적인 범용 양자컴퓨터 개발을 위해서는 (1) 외형적인 큐비트수의 확장과 (2) 신뢰할 수 있는 오류정정이 필수
 - 큐비트 수의 확장은 여러 플랫폼에서 시도되고 있는 상황으로, 현재 초전도체 플랫폼에서 큐비트칩 간의 연결을 통해 대규모 큐비트 수를 확보하려는 로드맵이 발표(IBM, 2024)
 - Google Quantum AI는 논리 큐비트를 활용해 큐비트수 증가에도 오류가 감소하는 오류정정 기술을 시연함으로써, 오류정정 가능성에 대한 기대가 증가
 - 하지만, 여전히 물리적 큐비트의 확장과 대규모 큐비트에서의 오류정정은 매우 큰 기술적 도전을 의미
 - 현재로서는 아직 난제로 여겨지고 있으며, 실용적으로 유용한 대규모 연산에 대해서는 부정적인 전망도 존재
- 아직은 양자컴퓨팅과 AI의 융합에서 양자컴퓨터 개발을 위한 AI의 활용만이 현실적인 융합 단계에 와있다고 보는 것이 타당함
 - 양자컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 개발을 위한 AI 기술 활용은 활발히 이루어지고 있는 상황
 - AI 모델 개발을 위한 양자컴퓨터의 활용은 아직 고전 컴퓨터에서의 시뮬레이션 수준으로, 실제 양자컴퓨터 하드웨어 개발 없이는 실현할 수 없어 하드웨어의 개발 선행이 필수적
- 양자컴퓨팅과 AI의 융합에서의 남은 과제는 양자컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 개발의 기술적 어려움에 대한 해결
 - **(큐비트)** 양자컴퓨터가 실용적으로 유용한 연산을 수행하기 위해서는 최소 1백만 큐비트이상의 하드웨어가 필요할 것으로 전망
 - **(오류정정)** 양자컴퓨터에서는 양자 상태의 조작으로 인해 발생하는 오류를 정정하는 기술이 필수적이지만, 고전 컴퓨터와 달리 오류정정이 기술적으로 매우 어려운 문제
 - 양자 상태는 측정하면 붕괴하는 특성이 있어, 큐비트를 측정하지 않고도 오류를 감지하고 수정하는 오류정정 기술 필요
 - 1백만 큐비트이상의 양자컴퓨터 하드웨어 개발과 대규모 큐비트에서도 신뢰할 수 있는 오류정정 기술의 병렬적 연구개발이 필요
 - **(데이터)** 양자컴퓨터 연산을 위해서는 데이터를 큐비트로 인코딩하는 과정이 필요, 양자컴퓨터는 메모리가 없어 고전 컴퓨터 대비 대용량 데이터 인코딩에 불리
 - 양자컴퓨터는 메모리 없이 회로로 연산이 흘러가는 방식으로 동작

- 큐비트 수가 점차 증가함에 따라, 실제 양자컴퓨터 하드웨어에서 이미지 등 데이터의 인코딩이 가능성이 증명 (Gharibyan, H. et al., 2025)
- 그러나 고전 컴퓨터의 대용량 데이터 병렬처리 성능을 넘어서는 이점을 아직 보여주지 못하고 있어, 전처리 단계에서는 고전 컴퓨팅의 빠른 데이터 I/O를 활용하는 하이브리드 방식의 개발이 필요
- **(양자 알고리즘)** 양자컴퓨터를 활용하여 양자인공지능(Quantum AI)을 개발하기 위해서는 양자 알고리즘 개발이 필요
 - 양자 알고리즘은 회로 기반 연산 게이트 등을 활용하여 문제를 해결하는 방식으로, 현재 연구개발 인력이 상대적으로 부족하고 지속적인 기술 발전과 연구가 필요
 - 현재 양자 알고리즘은 총 100개가 되지 않는 것으로 알려져 있으며, 그 중 주요 알고리즘은 5개 수준
- 또 다른 양자컴퓨팅과 AI 융합의 남은 과제는 두 기술을 효과적으로 연결할 수 있는 융합형 인재의 부족
 - 양자컴퓨터는 오랫동안 과학적 연구와 실험의 영역에 머물러 있었으며, 실용적 기술 개발 및 상용화를 위해서는 더욱 많은 전문 인력이 필요
 - 양자컴퓨팅만의 고유한 특성을 이해하고, 실제 하드웨어 및 소프트웨어 개발 역량을 갖춘 실전형 개발 인재의 체계적인 양성이 중요
- 양자 컴퓨터의 도입은 점진적으로 진행될 것으로 보임. 초기에는 다변수 문제 해결을 위해 고전 컴퓨터와 양자컴퓨터가 병행 사용될 것으로 예상됨
- 일례로, 양자컴퓨터는 기업이 직면한 금융이나 물류 문제에서 가능한 답의 범위를 좁혀 최적의 해결책을 더욱 빠르게 도출할 수 있도록 도울 수 있음. 양자컴퓨터가 보다 의미 있는 혁신을 달성할 수 있을 정도로 발전할 때까지는 이러한 점진적 방식이 일반적일 것임

표 8 양자컴퓨팅 발전의 추가 도전 과제

구분	내용
대규모의 고충실도 이중 큐비트 게이트 (high-fidelity two-qubit gates at scale)	• 결함 허용 양자 컴퓨터를 위해서는 ‘높은 충실도(정확도 및 신뢰도가 99.99%보다 높은 수준)’를 유지해야 하지만, 이를 대규모로 구현하는 것은 매우 어려움
속도	• 큐비트는 상호작용을 위해 양자 상태를 유지해야 함. 환경 조건이 변하면 상태가 변질되기 쉬움
다중 큐비트 네트워킹	• 이론적으로 큐비트를 네트워크로 연결하면 연산 능력을 비약적으로 강화할 수 있음. 핵심 과제는 칩간 또는 물리적 양자 컴퓨터 간에 큐비트를 연결하는 것임
대규모의 개별 큐비트 제어	• 양자 컴퓨터 내 큐비트 수가 늘어날수록 각각의 큐비트를 제어하는 복잡성이 기하급수적으로 증가함
냉각 전력 및 환경 제어	• 양자 컴퓨터가 커질수록 냉각 장치와 필요 전력이 급증해 재무 및 환경적 비용이 높아짐. 현재 대부분의 기업에 수백만 개의 큐비트급 대형 양자 컴퓨터를 운영하는 것은 비용적으로 불가능함
제조 가능성	• 양자 컴퓨터를 대량 생산하기 위해서는 제조와 테스트 과정의 자동화가 필수임. 특정 양자 컴퓨터의 생산을 위해 완전히 새로운 제조 공정을 개발해야 할 수도 있음

자료: 양자 컴퓨팅에 대해 알아야 할 9가지, 2026년 4월 20일 접속, <https://magazine.hankyung.com/money/article/20251117284c>

3 양자기술과 산업·일자리 변화

AI가 사회 전반에 ‘자동화’와 ‘생산성 혁신’을 가져왔다면, 양자컴퓨팅(Quantum Computing)은 ‘산업 구조’ 및 ‘미래 일자리’를 크게 변화시키는 ‘게임체인저’임. 2025년 Google과 IBM, IonQ 등이 양자우위(Quantum Advantage) 실험에 성공하며 상용화의 문을 열고 있음

1 양자인공지능(Quantum AI)과 미래 변화

- AI 다음은 양자컴퓨팅? 산업 구조 및 미래 일자리를 뒤흔들 기술의 등장
- 양자컴퓨터가 열어갈 산업 혁신
 - 양자컴퓨팅은 AI, 에너지, 바이오, 금융 등 거의 모든 영역의 판을 새로 짜게 할 기술임

표 9 양자컴퓨터가 열어갈 산업변화 예시

산업 구분	내용
제약/바이오	• 신약 개발 시 수백만 개 분자 구조를 시뮬레이션, 개발 시간 수년 단축
금융	• 리스크 분석, 포트폴리오 최적화에 양자 알고리즘 활용
AI/머신러닝	• 기존 GPU보다 수십 배 빠른 학습 속도, 더 복잡한 모델 구현 가능
물류/운송	• 물류 경로 최적화, 자율주행 시뮬레이션 정밀도 향상
에너지	• 배터리 구조 예측, 기후 시뮬레이션 등 고난이도 연산 처리

자료: “AI 다음은 양자컴퓨팅? 미래 일자리를 뒤흔들 기술의 등장(2025.5.16.)”, 2026년 4월 16일 접속, <https://hotissue20251.tistory.com/2>

- 그렇다면 일자리는? 또 사라지나?
 - 단순 반복 업무는 AI와 자동화로, 복잡한 연산 및 시뮬레이션은 양자컴퓨터로 대체되는 구조가 될 수 있음
 - 하지만 동시에 새로운 전문가 수요도 폭증함
 - 양자 알고리즘 개발자
 - 양자 AI 엔지니어
 - 양자암호 보안 전문가
 - 하드웨어 큐비트 설계자
 - 양자소자(Quantum device, 양자컴퓨터 큐비트, 양자 광학 소자, 차세대 반도체 물질 등) 물리학자
 - 이제 코딩만 잘해서는 부족함. 수학, 물리, 알고리즘 이해력까지 요구되는 시대가 오고 있음
- 지금 우리가 할 수 있는 준비
 - 기초 양자역학과 Qiskit(IBM 툴킷) 등의 실습 플랫폼 체험
 - 『인공지능(AI) + 양자컴퓨팅(Quantum computing)』 융합 개념 이해
 - 양자컴퓨팅 도입 기업과 투자 동향 추적 (예: Google, IBM, IonQ, Rigetti, D-Wave 등)
 - 기술보다 중요한 건 ‘응용력’ - 어디에 쓸 수 있을지를 고민하는 창의적 사고
- 요약
 - 양자컴퓨팅은 아직 일반화된 기술은 아니지만, AI가 그랬듯이, 예상보다 빠르게 우리 삶에 스며들 수 있음
 - 지금은 준비하는 자에게 기회가 되는 전환점임. AI 다음 시대, “양자컴퓨팅을 다룰 줄 아는 사람”이 진짜 미래를 선도할 것임

2 양자인공지능(Quantum AI)이 고용에 미치는 영향

- 양자인공지능(Quantum AI) 및 고도화된 인공지능은 생산성 향상과 함께 단순·반복 사무직 및 생산직 일자리를 빠르게 자동화하여 고용 구조를 재편하고 있음. AI 운영·데이터 분석 등 고속런 직무 수요는 증가하는 반면, 경력직보다 신입 채용이 감소하는 등 노동시장 양극화와 고용 대체 우려가 심화되고 있음
- 일자리 대체 및 감소 (위기)
 - **사무직 및 고객 응대:** GPT 기술 등의 도입으로 사무직 업무가 자동화되어 일자리 감소가 우려됨
 - **생산 및 물류:** 피지컬 AI가 적용된 로봇이 확산되면서 공장 시스템 자동화로 인한 생산직 고용 충격이 예상됨
 - **신입 채용 감소:** AI가 업무의 70% 이상을 대체할 수 있다는 전망 속에 경력직보다는 신입 채용이 줄어드는 추세임
- 고용 구조 변화 (기회 및 변화)
 - **고속런 직무 수요 증가:** AI 운영, 데이터 분석, 설비 최적화 등 고속런 기술 일자리는 오히려 증가하고 있음
 - **직무 전환 필요:** AI와 인간의 협업이 필수적인 구조로 변화하며, 단순 업무보다는 분석 기획 업무의 중요성이 강화됨
 - **전문가 역할 강조:** AI가 빠른 계산과 분석을 수행하지만, 최종 의사결정은 인간 전문가가 담당하는 형태로 고용 형태가 바뀜
 - **양자컴퓨팅 시스템 개발 분야 수요 증가:** 양자 칩 설계자(Qubit Engineer), 극저온 시스템 엔지니어, 양자 소재 연구원, 양자 클라우드 아키텍트 등이 대표적임
 - **양자컴퓨팅 관련 직무 수요 증가:** 양자 소프트웨어 엔지니어, 양자 알고리즘 개발자, 양자 하드웨어 엔지니어, 양자 기계 학습 전문가, 양자 보안·암호 전문가 등으로 다양하게 나타남
 - 양자컴퓨팅은 산업 전체 데이터셋 규모가 작고, 하드웨어와 알고리즘이 표준화되지 않은 초기 단계로 기종과 아키텍처마다 최적화 방식이 다르고, 많은 기술이 소수 연구소와 기업에서 비공개로 개발되기 때문에 AI가 학습할 수 있는 공개 데이터가 제한적임
 - 양자 알고리즘은 문제 구조에 대한 깊은 이해와 수학적 모델링이 필수이며, 물리적 제약과 수학적 최적화를 동시에 고려해야 함
- 향후 고용 시장 전망
 - **노동 양극화:** 저숙련 근로자의 일자리는 AI로 대체되고, 고속런 근로자에 대한 수요는 높아지는 양극화가 심화될 수 있음
 - **재교육 시급:** 고용 충격을 줄이기 위해 기존 직무 전환을 위한 재교육이 필수적인 것으로 조사되었음
- 고용시장의 인재 양성에 대한 젠슨 황의 조언: 프롬프트 교육과 AI 마이스터 양성⁷
 - **노동 재정의:** AI가 방사선 사진 판독(작업)을 자동화하자 의사는 환자 상담(목적)에 집중했고, 병원 효율이 높아져 오히려 더 많은 의사를 고용했음. “작업 자동화가 목적을 강화한다”는 역설임. 젠슨 황은 “AI 인프라 구축을 위해 전기기사, 배관공 등 숙련 기술자 수요가 폭증하며 역대 연봉 시대가 열리고 있다”라고 전했음
 - 젠슨 황의 “코딩 대신 프롬프트를 배워라”를 교육에 즉시 반영해야 함. 초중고 코딩 의무 교육을 ‘AI 활용 및 비판적 사고’ 교육으로 전환해야 한다”고 조언함
 - “기계가 인간의 언어를 이해하는 시대, 누구나 프로그래머가 될 수 있음. AI를 어떻게 지시하고 관리하며 평가할 것인가가 인간의 새로운 핵심 기술”이라는 것임

⁷ 2026년 2월 27일 접속, <https://brunch.co.kr/@cosmobig/1381>

- 대한민국은 고양·사천·구미·울산 거점 대학에 ‘모빌리티 엔지니어링 실무 센터’를 강화해 현장 중심 인재를 공급해야 할 것임
- 올 모빌리티(All Mobility)는 지상(자동차)부터 우주(로켓), 인체 내부(나노로봇)까지 아우름. 이들은 용도만 다를 뿐 구조는 동일함. 배터리, AI 제어, 반도체, 신소재가 전부임
- 정부는 2027년까지 제조 거점인 사천(항공), 구미(반도체), 울산(자동차)에 R&D 거점 고양을 더한 AMC 4각 네트워크를 구축해야 함. 고양은 김포공항·인천항 접근성, 서울 인재 풀, 수도권 배후 입지로 설계 연구단지 최적지임

표 10 한국형 AI 전략: 젠스 황 5계층 × AMC 융합 로드맵

계층	AMC 연계	2027 목표	투자(원)	2030 목표
에너지	SMR(구미·울산) HVDC	실증로 가동, 송전 회랑	1.5조(국비)	데이터센터 전용 원전단지 20GW
칩·인프라	HBM4(울산), 온디바이스(딥엑스)	조기 양산, 공공 30%	1조(R&D 공제)	HBM5 세계 최초, 국산 50%
클라우드	소버린 클라우드(고양)	제조 데이터 보호 착수	5,000억	민관 통합 완성
AI모델	하이퍼클로바X + 안전연구소	GXAI(Green Generative AI, 친환경 생성형 AI) 기술, 한국어 최적화	5,000억	AGI 안전 기술 확보
애플리케이션	고양(설계) → 사천·구미·울산(제조)	통합 플랫폼 착수	2.5조(민간)	글로벌 표준화

자료: 2026년 2월 27일 접속, <https://brunch.co.kr/@cosmobig/1381>

주: 1) AMC(All Mobility Center) 4각 네트워크는 제조 거점인 사천(항공), 구미(반도체), 울산(자동차)에 R&D 거점 고양을 더한 것을 의미함.

2) 젠스 황의 'AI 5계층 케이크'는 맨 아래층 '에너지부터 칩·인프라, 클라우드, AI 모델, 최상단 애플리케이션'으로 구성됨. "현재는 인프라 구축 단계이며, 곧 애플리케이션 층에서 거대한 가치가 창출될 것"이라는 전망임.

- 젠스 황이 언급한 숙련 기술직(전기기사, 배관공, 철강 노동자, 수소터빈 기술자⁸ 등)를 'AI 마이스터'로 명명하고 파격적 세제 혜택과 병역 특례를 부여함. AI 인프라 구축에 필요한 이들의 수요가 폭증하고 있으며, 미국에서는 이미 역대 연봉 시대가 열렸다.

■ 결론적으로, 양자인공지능(Quantum AI)은 일자리를 무조건 없애기보다는 직무의 성격을 변화시키고 있으므로, 양자인공지능(Quantum AI)을 활용하는 역량을 갖추는 것이 고용 유지의 핵심이 될 것임

3 제번스의 역설과 AI 일자리⁹

■ 제번스의 역설(Jevons paradox)은 AI 분야에 관련성이 있을 수 있음. 시가 일자리에 혁명을 일으켜 근로자의 생산성을 높인다면 어떤 일자리에 무엇이 일어날지 이해하는 데 도움이 될 수 있기 때문임

- 제번스의 역설(Jevons paradox)는 19세기 영국의 경제학자 윌리엄 스탠리 제번스(William Stanley Jevons)가 《석탄 문제(The Coal Question, 1865)》에서 제기했음. 당시 증기기관의 석탄 효율이 좋아졌음에도 불구하고, 석탄 수요가 감소하지 않고 오히려 폭발적으로 증가하는 것을 목격하고 이 이론을 정립했음. 기술의 발전이 자원 소모의 속도를 늦추기 보다 오히려 가속화할 수 있음을 경고한 것임

- 현대 AI 산업에서의 의미: 딥시크(DeepSeek) 등장 등 AI 모델의 학습 효율이 높아지면 오히려 AI 인프라와 데이터 센터 전체 수요가 급증하는 것이 대표적 사례임

⁸ 'AI 데이터 센터' 구축을 위해서는 엄청난 에너지가 필요함. 구글, IBM, 엔비디아, 마이크로소프트, Meta 등 글로벌 빅테크들은 RE100 실현이 절실한 상황임

⁹ "Why the AI world is suddenly obsessed with a 160-year-old economics paradox(February 4, 2025)", 2026년 3월 27일 접속, <https://www.kosu.org/history/2025-02-04/why-the-ai-world-is-suddenly-obsessed-with-a-160-year-old-economics-paradox>

- 현대적 에너지 효율 정책의 한계: 단순히 기기 효율을 높이는 정책(예: 고효율 자동차)이 전체 에너지 소비를 줄이지 못할 수 있음
- 미국의 경제학자 에릭 브린올프슨(Erik Brynjolfsson)은 특정 직업과 AI에서 비슷한 일이 일어날 가능성을 보았음. 즉, AI가 특정 일자리를 더 효율적으로 만들면서 대량 해고가 아닌 인간 노동에 대한 수요가 증가할 수 있음
- 브린올프슨은 제트기가 발명된 후 비행기 조종사에게 일어난 일을 일부 직업에서 일어날 수 있는 일의 예로 지적함
 - 브린올프슨은 “제트기가 발명된 후 조종사는 적극적으로 더 생산적이고 효과적이 되었다”라고 함.
 - 조종사는 더 멀리, 더 빨리 여행할 수 있었고, 항공 여행의 모든 마일당 비용을 효과적으로 낮출 수 있었음. “그것은 조종사가 더 많은 일을 할 수 있기 때문에 조종사가 더 많이 필요하지 않다는 것을 의미하나? 그렇지 않음. 소비자는 그 어느 때보다 더 많이 비행하기로 결정했음. 그래서 지금은 훨씬 더 많은 사람들이 비행함. 그리고 조종사에 대한 수요가 더 많음.”
- AI 영향을 받는 일자리에 대한 제번스의 역설(Jevons paradox)은 최소한 세 가지 중요한 요인이 체크된 경우에만 실제로 발생함
 - 첫째, 근로자들은 AI 덕분에 더 생산적으로 됨. 물론 보장된 것은 아님. 한편으로는 AI가 정말 놀랍게 될 수 있고 특정 일자리를 수행 하는 데 인간이 전혀 필요하지 않을 수도 있음. 다른 한편으로는 AI가 생산성에 크게 도움이 되지 않을 수도 있음. 스마트폰이 지금까지 증명한 것처럼 말임. 그리고 근로자들이 시간당 얼마나 생산할 수 있는지 실제로 증가시키지 못할 수도 있음.
 - 둘째, 더 높은 근로자 생산성은 더 낮은 가격으로 이어짐. 이는 근로자가 더 적은 급여를 받아야 한다는 것을 의미하지 않음. 이는 근로자가 더 많은 위젯을 만들거나, 더 많은 마일을 비행하거나, 시간당 더 많은 아이디어를 창출함에 따라 소비자에게 판매하는 제품의 가격이 효과적으로 하락한다는 것을 의미함.
 - 셋째, 소비자 수요는 가격 하락에 반응하여 폭발적으로 증가해야함. 경제학 전문 용어를 사용하면, 이는 수요가 "탄력적"인지 "비탄력적"인지에 달려 있음
 - 제번스 역설과 같은 과정이 전개되는 일부 일자리가 있을 수 있다고 제안함. 예를 들어, 코더(coders), 번역가(translators) 및 방사선과 의사(radiologists)는 모두 AI가 생산성을 높이는 것을 보고 있고, 그럼에도 불구하고(또는 그로 인해) 성장하는 것처럼 보이는 일자리 부문임
 - 행복한 시나리오는 제번스 역설이 노동자의 효율성을 높이고 노동에 대한 수요를 감소시키는 것이 아니라 증가시키는 것임. 일자리가 많이 늘고 임금도 오를 수 있음
 - 물론, 기술 변화가 모든 직업에 이런 영향을 미치는 것은 아님
 - 첫째, 고용주가 생산성 향상의 성과를 공유하지 않거나 기계가 당신의 일을 더 쉽게 만들어 더 많은 사람이 할 수 있게 해준다면, 임금이 더 높아지지 않을 수도 있음. 시간이 지나면서 임금이 떨어질 수도 있음
 - 그리고 물론, 기계가 당신의 모든 일을 완전히 자동화할 수 있다면, 당신은 운이 없는 것임. 그렇지 않더라도, 여전히 인간이 그 일을 해야 한다면, 생산성이 엄청나게 향상되어도 일부 직업에서 필요한 근로자 수가 줄어들 수 있음.
 - 미국의 농업 분야 사례: 생계를 위해 농사를 짓는 미국인의 비율이 급격히 줄어든 이유는 무엇일까? 첫째, 트랙터와 로봇 과일 및 채소 따는 기계와 같은 새로운 기술이 농부의 식량 생산성을 극적으로 증가시켰음. 하지만 브린올프슨은 식량 수요가 대량의 농부를 고용하는 데 필요한 만큼 폭발적으로 증가하지 않았다고 말함. 경제학적 용어를 사용하면, 식량 수요는 "비탄력적"인 것으로 판명되었음
 - “몇몇 농부들은 이전보다 훨씬 더 많은 식량을 생산할 수 있고, 우리가 아무리 노력해도 우리는 그렇게 많이 먹지 않는다”라고 에릭브린올프슨이 말했음

- 다시 말해, 농부들이 더 효율적이 되면서 식량 가격은 떨어졌지만, 반등 효과(식량 가격 하락에 따른 수요 증가)는 각 농부가 훨씬 더 많은 식량을 생산할 수 있게 되어 일자리가 사라지는 효과를 상쇄할 만큼 폭발적으로 증가하지 않았음
 - 우리가 먹는 식량의 양은 비교적 고정되어 있고, 농부들이 현대에 훨씬 더 많이 생산할 수 있게 되면서 식량 수요를 충족시키기 위해 많은 농부가 필요치 않게 되는 것임
- 에릭브린올프슨은 “우리는 불도저(bulldozers), 컴퓨터(computers), 스프레드시트(spreadsheets), 그리고 다른 모든 종류(all sorts of other things)의 것들과 같은 놀라운 기술을 많이 가지고 있었고, 그 기술들은 사람들이 하는 일에서 급진적으로 더 효율적으로 만들었다.”라고 함. 그런데 역설적이게도 “우리는 계속해서 더 많은 사람들을 고용하고 있다.”라고 함
- 그럼에도 불구하고 우리는 시가 무엇을 할 수 있을지 정확히 알 수 없으며, 브린올프슨은 미래가 달라질 가능성을 배제하지 않는다고 말함
- 흥미로운 점은 제번스 자신이 그의 역설을 설명한 『석탄 문제(The Coal Question)』의 바로 그 장에서 노동시장에서 실제로 일어나는 그의 역설에 대해 구체적으로 언급함
 - 제번스는 ‘새로운 기계의 도입’으로 노동자 생산성이 증가한 후, 종종 “노동자들을 일시적으로 일자리에서 몰아낸다”고 썼음. 그러나 저렴한 제품에 대한 수요가 증가함에 따라 결국 고용 영역이 크게 확대됨. 종종 노동력이 절약된 노동자들은 이전보다 더 효율적인 노동력이 더 많이 요구된다는 것을 알게 됨
 - 물론, 기술 변화의 미래를 예측하는 것은 매우 어려운 것임. 사실, 윌리엄 스탠리 제번스(William Stanley Jevons)는 이에 대한 경고 이야기임. 회고해 보면, 제번스는 ‘석탄문제(The Coal Question)’에서 부끄러울 정도로 틀렸음. 그는 영국이 실제로 석탄이 고갈될 것이라고 예측했고, 이는 경제에 심각한 문제를 일으킬 것이라고 했음. 그는 기본적으로 영국이 적자 지출을 중단하고 불가피한 경제 붕괴에 대비해야 한다고 조언했음. 그가 예측하지 못한 것은, 영국이 앞으로 몇 년 동안 산업에 전력을 공급할 다른 에너지를 찾을 것이라는 것임

4 산업혁명 이후, 사회보장 등 변화

- 산업혁명(18세기 후반~19세기)은 생산 방식을 수공업에서 기계 기반의 공장제 공업으로 바꾸며 인류 역사상 가장 거대한 사회적, 경제적 변화를 가져왔음. 이 과정에서 노동자 계급이 형성되었고, 혹독한 착취에 맞선 노동 운동과 사회보장제도 도입이라는 큰 흐름이 만들어졌음
- ① 노동자 계급의 형성과 노동 환경 (초기)
 - 새로운 계급 탄생: 자본을 소유한 자본가(부르주아)와 노동력만으로 생계를 유지하는 임금 노동자(프롤레타리아)라는 두 계급이 형성되었음
 - 혹독한 노동 환경: 초기 산업혁명기 노동자들은 저임금, 장시간 노동(하루 14~16시간), 아동 및 여성 노동의 가혹한 착취, 불안정한 작업장, 산업 재해에 노출되었음
 - 도시 문제: 농촌에서 도시로 인구가 집중되며 열악한 주거 환경, 질병, 위생 문제가 발생했음
- ② 노동조합(노조)의 도입과 노동 운동
 - 노조의 탄생: 노동자들은 권익 보호를 위해 스스로 조직(초기 형태의 친목회 등)을 구성하기 시작했다. 18세기 후반~19세기 초반 영국 등에서 노동조합이 발생했음

- 초기 탄압: 초기에는 '단결금지법(1799)' 등으로 노조 활동이 불법화되어 탄압받았으나, 노동자들의 파업과 투쟁으로 19세기 중반(영국 1872년 등)에 합법화되었음
- 주요 성과: 노조는 집단 교섭을 통해 임금 인상, 노동시간 단축(8시간 노동제 등), 안전한 작업 환경 확보 등을 요구했음
- 발전: 숙련 노동자 중심에서 비숙련 노동자, 여성 노동자까지 조직이 확대되었음

■ ③ 사회보장제도 및 법적 변화

- 공장법 제정: 아동 및 여성의 노동 시간 제한, 야간 작업 금지 등 초기 노동 보호법이 제정되었음
- 사회보험의 도입: 19세기 말 독일의 비스마르크가 도입한 질병보험, 산업재해보험, 노령연금 등은 현대 사회보장제도의 효시가 되었음
- 복지 국가의 기틀: 20세기 초반 이후, 실업보험, 건강보험, 최저임금제 등이 도입되며 노동자의 삶을 국가가 책임지는 '복지 국가'의 개념이 확립되었음

■ ④ 장기적 사회 구조 변화

- 중산층의 성장: 노동 운동의 성과와 경제 발전에 따라 숙련 노동자와 기술자들을 중심으로 중산층이 형성되었음
- 노사관계 정립: 단체교섭, 노동 3권(단결권, 단체교섭권, 단체행동권)이 법적으로 보장되면서 자본가와 노동자 간의 갈등을 제도적으로 조정하는 노사관계가 정립되었음
- 생활 수준의 향상: 노동시간 단축과 임금 상승, 복지제도 덕분에 노동자 계급의 전반적인 삶의 질이 향상되었음

■ 결론적으로 산업혁명은 초기에는 노동자에게 혹독한 시련을 주었으나, 이에 대항한 노동자들의 투쟁과 노조 형성, 그리고 사회적 합의를 통해 노동권이 보장되고 사회보장제도가 발전하는 계기가 되었음

4 경기도 'Quantum AI 중심' 일자리 정책 제언

경기도의 'Quantum AI 중심' 일자리 정책은 2026년부터 본격 추진되는 양자-반도체 융합 기술과 생성형 AI를 결합하여 미래형 일자리를 창출하고, 도내 산업 구조를 고도화하려는 전략 필요

- 양자 인공지능은 양자 컴퓨팅의 압도적인 연산 능력과 AI 학습 알고리즘이 결합된 차세대 기술로, 기존의 자동화를 넘어 산업 전반에 '게임 체인저' 역할을 할 것으로 기대됨. 특히 2035년까지 전 세계적으로 약 84만 개의 고숙련 일자리가 창출될 것으로 예측되는 만큼, 경기도는 우수한 ICT 인프라를 활용하여 선제적인 대응 체계를 구축해야 함
- 요약하면, 경기도는 양자인공지능(Quantum AI)을 단순한 기술 도입이 아닌 경제 시스템의 전략적 필수 사항으로 인식하고, 공평한 접근권 보장과 책임있는 거버넌스 아래 일자리 정책을 추진해야 함

표 11 경기도 'Quantum AI 중심' 일자리 정책 제언 요약

구분	핵심 전략 과제	설명 및 기대 효과
인프라 구축	•경기도형 양자 클러스터 조성 및 고도화	•성균관대-한국나노기술원(KANC) 양자팍 등 기존 자산을 연계하여 기업, 대학, 연구소가 결집한 자생적 생태계를 구축하고 핵심 소부장(소재·부품·장비) 기업 육성
인재 양성	•고숙련 양자 소프트웨어 및 융합 인력 육성	•양자 소프트웨어 엔지니어링, AI 윤리, 양자 하드웨어 유지 관리 등 미래 유망 분야의 전문 인력을 양성하고, 기존 인력의 재교육 프로그램을 운영필요
기업 지원	•중소기업(SME) 양자 클라우드 활용 지원	•대규모 설비 투자 없이도 중소기업이 양자 클라우드 서비스를 통해 양자 AI 기능을 실험하고 비즈니스 모델을 개발할 수 있도록 바우처 등을 지원 필요
산업 특화	•지역 강점 산업(제조·물류) 연계 양자 전환	•경기도의 강점인 반도체, ICT, 물류 산업에 양자 AI를 접목하여 경로 최적화, 신소재 설계 등 고부가가치 일자리 창출 유도
일자리 및 사회 안전망	•AI 에이전트 서비스 •기본 일자리 제도 도입	•공공 고용 서비스에 양자인공지능(Quantum AI)을 도입해 초정밀 일자리 매칭 •민간 중심의 고용 생존선 확보를 위한 기본 일자리(주3일제) 파일럿 •구인·구직 미스매치 해소, 미래형 유연 근로 문화 선도

1 경기도형 양자 클러스터 조성 및 산업 생태계 집약

- 경기도는 현재 성균관대와 한국나노기술원(KANC)의 양자팍 등을 중심으로 양자클러스터를 조성하여 산·학·연 역량을 결집해야 함. 이는 단순한 연구 공간을 넘어, 양자지원기술(소재, 부품, 장비)을 생산하는 기업들을 유치하여 국내 양자 산업화의 거점 역할을 수행하게 함으로써 지역 내 양질의 제조 및 엔지니어링 일자리를 창출하는 전략임
- **양자 전용 인프라(양자팍):** 경기도에는 성균관대-한국나노기술원(KANC) 양자팍이 구축되어 있어, 소부장 기업들이 기술을 개발하고 테스트할 수 있는 핵심 기반을 제공함
- **경기도 양자 클러스터 조성:** 기업, 대학, 연구소를 상호 연계하여 국가 경제 성장을 견인할 대표 양자 기업을 육성하기 위한 퀀텀 클러스터 조성을 추진 중임
- **첨단 클러스터 조성 및 공공 플랫폼 구축:** 경기도는 판교 등 주요 6개 거점에 AI 혁신 클러스터를 조성하여 스타트업 육성과 인프라를 지원하며, 양자 특화 산업을 연계한 '첨단산업 QX 클러스터' 공모를 추진함. 행정 효율화와 도민 특화 서비스를 위한 경기도 자체 생성형 AI 플랫폼 구축도 제안하고 있음
- **지방정부 차원의 지원:** 경기도는 양자 생태계 활성화를 위해 관련 조례를 제정하고 전담 부서를 신설하는 등 정책적 기반을 마련하고 있음

- **글로벌 빅테크 기업의 양자 R&D 센터 유치:** 미국의 IBM, Google이나 유럽의 양자 선도 기업들과 협력 네트워크를 구축하고, 이들의 R&D 센터나 양자 클라우드 노드를 경기도 클러스터 내에 유치하기 위한 세제 혜택 및 부지 지원 정책을 마련해야 함. 글로벌 인재와의 교류 장을 만들어 자연스러운 기술 이전을 유도할 수 있음
- **경기도 특화 'Quantum AI 혁신 펀드' 조성:** 민간 투자의 중요성이 언급된 만큼, 지자체와 민간 금융사, 대기업이 매칭 펀드 형태로 초기 자본을 조성하여, 경기도에 자리 잡는 양자 컴퓨팅 및 AI 융합 스타트업의 초기 기술 개발 (Seed ~ Series A 단계)을 집중적으로 지원하는 금융 정책이 필요함
 - 시드(Seed)에서 시리즈 A 단계는 아이디어 검증부터 초기 시장 안착까지의 스타트업 성장 필수 과정임. 시드 단계(Seed)는 1억~10억 원 규모로 3F(Family, Friends, Fools), 엔젤 투자자(AI), 액셀러레이터(AC)가 주로 투자하며, 시리즈 A는 10억~50억 원 이상 규모로 벤처캐피탈(VC)이 본격적인 스케일업을 지원함
 - 시드(Seed) 및 프리A 단계(Seed~Pre-A): 아이디어 제품화(MVP), 초기 멤버 구성, 시장성 검증 단계 지원
 - 시리즈 A 단계(Series A): 제품/서비스의 정식 출시, 초기 수익 모델 확립 및 빠른 스케일업 단계 지원
- **양자 AI 규제자유특구(테스트 베드) 지정 추진:** 양자 기술과 피지컬 AI는 아직 개발 및 상용화 초기 단계이므로, 기존의 규제에 얽매이지 않고 기업들이 자유롭게 기술을 실증하고 사업화할 수 있도록 경기도 내 특정 지역을 '양자 AI 규제자유특구'로 지정하는 방안을 제안함. 이를 통해 혁신적인 스타트업의 도내 유입을 극대화할 수 있음

2 미래 직무 변화에 대응한 인재양성 및 재교육

- 양자 AI의 부상은 기존 노동시장에 혼란을 줄 수 있으며, 업무의 약 40%가 자동화 위험에 노출될 수 있다는 경고가 있음. 따라서 경기도는 다음과 같은 교육 정책을 추진해야 할 것임
 - **신규 일자리 선점:** 양자 소프트웨어 엔지니어, AI 윤리 전문가, 데이터 과학자 등 고속권 직종에 특화된 학위 과정 및 단기 집중 교육 과정 개설 필요
 - **리스킬링(Re-skilling):** 반복적인 규칙 기반 작업을 수행하는 기존 근로자들이 양자 활용 능력(Quantum Literacy)을 갖추어 새로운 역할로 전환할 수 있도록 적극적인 재교육 시스템을 구축해야 함
 - **양자 리터러시(Quantum Literacy) 교육 커리큘럼:** 양자 인공지능(Quantum AI) 시대에 대응하여 경기도 내 근로자와 구직자들이 새로운 직무로 원활하게 전환할 수 있도록 돕는 커리큘럼은 단순히 기술적인 이해를 넘어, 업무의 약 40%가 자동화 위험에 노출될 수 있는 미래 노동 시장 환경에서 생존하고 혁신을 주도할 수 있는 역량 배양에 초점을 맞춰야 함

표 12 경기도 '양자 리터러시(Quantum Literacy) 교육 커리큘럼' 예시

단계	과정명	교육 내용	기대 효과
1단계	양자 사고 (Quantum Thinking)	• 고전물리학(뉴턴·맥스웰)과 양자역학의 비교, 가능성의 공존 인식	• 이분법적 사고 탈피 및 양자적 세계관 정립
2단계	양자 AI 핵심 원리	• 큐비트(Qubit), 중첩(Superposition), 얽힘(Entanglement), 양자 게이트 연산	• 양자 AI의 초고속 병렬 처리 원리 이해
3단계	산업별 활용 실무	• 금융·의료·물류·마케팅 최적화 사례 연구, 양자 클라우드 활용법	• 실무 현장 적용 및 최적화 솔루션 도출 역량
4단계	거버넌스 및 보안	• 양자후암호(PQC), 양자 키 배포(QKD), AI 윤리 및 책임 있는 프레임워크	• 안전하고 윤리적인 기술 도입 역량 강화

3 중소기업의 양자 진입 장벽 완화(Quantum Cloud 기반의 서비스 생태계)

- 양자 컴퓨팅은 막대한 비용이 소요되어 중소기업이 직접 보유하기 어려움. 정책 입안자는 중소기업들이 양자 클라우드(Quantum Cloud) 업체와 협력을 통해 양자 AI 기능을 실험할 수 있도록 지원 체계를 마련해야 함.
 - 경기도는 도내 기업들이 인프라 소유 없이도 기술을 활용할 수 있도록 '양자 클라우드(Quantum Cloud)' 중심의 민주화된 접근 전략 제안 필요
 - **중소기업(SME) 접근성 강화:** 경기도는 대규모 투자가 어려운 소규모 기업들이 양자 클라우드 서비스나 하이브리드 양자-고전 시스템 통합 기술을 통해 자본 지출 없이도 기술 혁신을 실험할 수 있도록 지원하는 전략을 강조하고 있음

표 13 경기도형 양자 클라우드 서비스 지원 대상 및 방식

구분	내용
지원 대상	<ul style="list-style-type: none"> • 도내 중소기업(SME) 및 스타트업 • 대규모 인프라 투자가 어려운 모든 규모의 조직
핵심 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 양자 클라우드 업체와의 파트너십 • 직접적인 하드웨어 구매 대신 클라우드 기반 액세스 제공
기술적 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 하이브리드 양자-고전 시스템 통합 • 기존 고전 컴퓨터와 양자 시스템을 연동한 실질적 활용 지원
연계 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 양자 활용 능력(Literacy) 교육 병행 • 인프라 제공과 동시에 이를 운용할 숙련 인력 양성 투자

4 경기도 주력 산업의 '양자 전환(QX)' 주도

- 경기도가 보유한 반도체 및 ICT 인프라는 양자 기술과 밀접한 연관이 있어 새로운 성장동력이 될 수 있음
 - **제조 및 물류:** 양자 AI를 활용해 수백만 개의 배송 경로를 수 초 만에 평가하여 물류 혁신을 지원함
 - **보안:** 양자 저항성 암호화 표준 도입을 지원하여 기업들의 데이터 보안을 강화하고, 관련 보안 산업 일자리를 육성함
- **양자-반도체 융합 R&D 및 양자 전환(QX) 지원:** 한국나노기술원을 중심으로 반도체 공정 기술을 활용한 양자 AI용 칩, 센서, 중계기 등 핵심 소자의 설계 및 고도화 R&D를 지원함. 또한, 기존 반도체 소재·부품·장비(소부장) 기업들이 양자기술 기반 기업으로 전환할 수 있도록 기술 내재화와 사업화를 돕는 양자 전환(QX)을 지원함

5 일자리와 사회안전망 모델 도입

- **AI 기반 일자리 매칭 고도화:** 'AI 에이전트' 시스템을 도입해 공공 고용 서비스의 정확도와 효율성을 높이고, 구직자 맞춤형 일자리 연결 체계를 강화함
- **시·군별 결합 개발 모델:** 양자인공지능(Quantum AI) 및 생성형 AI, 그리고 첨단 기술 관련 일자리를 경기도내 시군 전역으로 확산시켜 지역 간 균형 발전을 도모함
- **기본 일자리(주 3일제) 도입:** 양자인공지능(Quantum AI) 시대를 대비해 경기도 도민이 주 3일 일하고 약 150만 원의 급여를 받을 수 있는 민간 중심의 '기본 일자리' 모델을 제안하여 고용 생존선을 확보해야 함
 - 기술 발전이 일자리 감소로 이어지지 않도록 직무 전환 교육과 새로운 근로 모델(주 3일제) 제안을 병행해야 함

참고자료

- 과학기술정보통신부(2026), “대한민국, Next-AI 시대를 선도할 정부 첫 양자 분야 마스터플랜(종합계획) 선포”, 보도자료, 1월 29일.
- 관계부처합동(2026), “제1차 양자과학기술 및 양자산업 육성 종합계획(안)”, 양자전략위원회, 1월 29일.
- 관계부처합동(2026), “양자클러스터 기본계획(안) - 제1차 양자클러스터 기본계획(‘26~’30) -”, 양자전략위원회, 1월 29일.
- 김대환·김승욱·손현주·은종성·이성호(2026), “AI 경영론(Principles of AI Management)”, 박영사, 1월 15일.
- 김용환·임희정(2024), “AI(인공지능) 경영론”, 청람, 6월 15일.
- 김용환·김역환·문병우·염영진·임희정(2026), “AI 시대 보건의업론”, 계축문화사, 2월 10일.
- 변형균(2025), “AX 전략 마스터클래스”, 한빛비즈, 11월 11일.
- 삼일PwC경영연구원(2025), “기술이 감성을 만나는 곳, CES 2026”, December.
- 삼성KPMG 경제연구원(2026), “CES 2026으로 본 미래 산업 트렌드”, January.
- 소프트웨어정책연구소(SPRI)(2025), “양자컴퓨팅과 AI 융합 발전 가능성과 시사점”, Issue Report, 7월 21일.
- 지식재산처(2025), “양자컴퓨팅 상용기술 급성장, 산업적용 본격화 신호”, 12월 21일.
- 한국산업기술진흥협회(Koita, 2023), 『양자혁명 시대를 대비하라』, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “본격적으로 시작된 양자과학기술 패권 전쟁, 우리의 전략은”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue Intro.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “본격 개막한 양자 시대, 글로벌 양자과학기술 동향”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue 1.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “양자컴퓨팅이 가져올 미래”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue 2.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “디지털 통신에서의 한국의 성공, 양자통신에서도 이어질까?”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue 3.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “양자센서? 멀리하기엔 너무 가까운 당신”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue 4.
- 한국산업기술진흥협회(2023), “양자소부장에 대한 이해”, 기술과혁신, 2023년 9/10월호 Vol.461, Special Issue 5.
- 한국산업기술진흥협회 산업기술혁신연구원(2025), “글로벌 AI 인력 동향”, KITI Blue Paper 글로벌 & 산업 동향, 11월.
- 산업기술혁신연구원 발간 자료실 홈페이지 주소: <https://www.koita.or.kr/board/commBoardInoPublicList.do>
- 한국은행(2023), “AI와 노동시장 변화”, BOK 이슈노트 2025-2호, 11월 16일.
- 한국은행(2025), “AI와 한국경제”, BOK 이슈노트 2025-2호, 2월 10일.
- 한국은행(2025), “AI의 빠른 확산과 생산성 효과: 가계조사를 바탕으로”, BOK 이슈노트 2025-22호, 8월 18일.
- 한국은행(2025), “AI 확산과 청년고용 위축: 연공편향(seniority-biased) 기술변화를 중심으로”, BOK 이슈노트 2025-30호, 10월 30일.
- 한국은행(2025), “AI 전문인력 현황과 수급 불균형: 규모, 임금, 이동성 분석”, BOK 이슈노트 2025-36호, 12월 5일.
- 한국지능정보사회진흥원(NIA)(2025), “AI 시대의 일자리 변화와 정책 대응 전략: 해외의 재교육·AI 인재양성 정책을 중심으로”, AI·디지털 이슈 공론화 리포트 1호, 8월 10일.

- ECIPE(European Centre for International Political Economy)(2025), "Mapping the Quantum Ecosystems: How Are Economies Positioning Themselves for Innovation Success", ECIPE Occasional Papers.
- Gambetta, Jay M., Chow, Jerry M., and Steffen, Matthias(2017), "Building logical qubits in a superconducting quantum computing system", npj Quantum Information 3: 2.
- OECD(2025), "Mapping the global quantum ecosystem", December.