

국내외 양자정보기술 동향 및 시사점

2023. 6.



KETI Issue Report

국내외 양자정보기술 동향 및 시사점

2023. 6.



KETI Issue Report



국내외 양자정보기술
동향 및 시사점

Contents

I. 연구배경

- 1. 개념 및 중요성 · 4

II. 국내외 양자정보기술 동향

- 1. 기술 동향 · 7
- 2. 정책 동향 · 13
- 3. 시장 동향 · 18
- 4. 기업 동향 · 22

III. 시사점

- 1. (R&D) 既 확보 기술 기반으로 응용안 확보 및 산업화 추진 필요 · 28
- 2. (국제협력) 글로벌 협력 네트워크를 통한 생태계 확장 필요 · 30
- 3. (기업육성) 양자 소부장 기업 육성을 통한 후방산업의 기초체력 확보 필요 · 32

- 참고문헌 · 34

1 | 개념 및 중요성

▶ (개념) 양자정보기술(Quantum Information Technology)은 에너지 최소 단위인 양자 고유의 물리학적 특성(중첩, 얽힘 등)을 이용하여 기존의 한계를 극복하며, 연산·보안·계측을 혁신하는 정보통신기술¹⁾²⁾³⁾

▶ 국가나 기관별로 명칭이 다소 상이*하며, IEC⁴⁾와 과기정통부⁵⁾는 양자컴퓨터, 양자통신, 양자센서를 중심으로 '양자정보기술'을 분류

* (美) 양자정보기술(Quantum Information Technologies)⁶⁾, (EU) 양자기술(Quantum Technology)⁷⁾, (日) 양자과학기술(Quantum Science and Technology)⁸⁾, (IEC) 양자정보기술(Quantum Information Technology)⁹⁾ 등

** 양자컴퓨팅, 양자 소프트웨어, 양자 재료, 양자 시뮬레이터, 양자통신, 양자센서, 양자클라우드 컴퓨팅, 양자암호화 등으로 세분화하기도 함¹⁰⁾

→ 본 고에서는 양자컴퓨터, 양자통신, 양자센서 등 양자역학의 원리를 활용한 ICT 응용 기술을 중심으로 기술

<참고> 양자 시스템의 특성 및 주된 응용 분야¹¹⁾

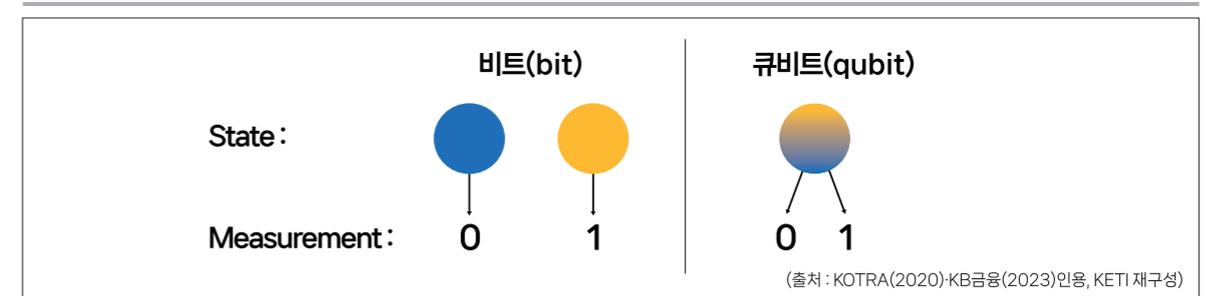
특성	설명	응용 가능 분야
중첩 (Superposition)	- 큐비트 상태와 큐비트 측정결과가 분리되어, 측정이 수행되는 시점에서 측정 전 큐비트의 상태와 다른 측정 상태가 도출될 수 있는 특성 - 즉, 0과 1을 동시에 가질 수 있음	- 병렬화된 연산처리 (Quantum parallelism)
얽힘 (Entanglement)	- 불가분의 상관관계에 의해 물리적 거리에 상관없이 하나를 측정하면 다른 하나의 속성이 즉각적으로 결정되는 성질 - 여러 큐비트의 다자간 얽힘은 양자 알고리즘을 실현하고, 통신의 거리를 확장시켜줌	- 장거리 양자 통신 - 양자암호화 - 양자 센싱
다이내믹스 (Dynamics)	- 측정 전 되돌릴 수 있는 가역의 변환을 가지며, 측정이 수행되면 가역 양자 상태는 재현할 수 없음	- 양자 컴퓨터

(출처 : IEC(2021) 인용, KETI 재구성)

▶ 양자물리학의 중첩과 얽힘 등에 영향을 받는 큐비트(qubit, quantum bit)* 체계를 양자 정보 프로세싱 단위의 기본으로 하여, 동시다발적 정보 처리가 가능한 장점¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾

* 0 또는 1을 가질 수 있었던 기존 2진법 기반 디지털 비트(bit)의 한계를 벗어나, 중첩과 얽힘에 의해 확률론적으로 존재하며 방대한 경우의 수를 동시다발적으로 생성 가능 (N개의 큐비트로 2^N개 정보 동시 표현 가능)

<참고> 큐비트 체계 이해¹⁵⁾¹⁶⁾



▶ (중요성) 양자정보기술은 고유의 큐비트 체계를 바탕으로 초고속 대용량 연산, 초신뢰 보안, 초정밀 계측이 가능한 장점이 있어, 통신, 보안 뿐 아니라 의료, 방산 등에 이르기까지 글로벌 산업 생태계를 뒤흔들 게임체인저 기술로 주목받고 있음

▶ 1차 양자혁명은 양자물리학적 특성에 집중하여 더 작은 나노 이하 단위로 미시세계를 구현하는 HW 구현을 중심으로 진행¹⁷⁾

▶ 2차 양자혁명은 양자물리학을 디지털 정보이론(HW, SW, 운영체제 등)에 적극 활용해 고도화 하고, 양자컴퓨터, 양자암호, 양자센서(양자계측, 양자이미징) 등을 여러 산업에 접목 및 응용하여 구현하는 방향으로 발전

▶ 이에 MIT, WEF, 가트너 등 주요 기관들은 전략적 중요성을 지닌 미래 유망기술로 양자컴퓨터, 양자센서 등 양자정보기술을 선정¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾

* (MIT 10대 혁신기술) 실용적 양자컴퓨터('17), 양자컴퓨터를 이용한 세포 분자 구조 분석('18), 양자컴퓨팅 실용화('20)

* (WEF 10대 미래유망기술) 양자컴퓨터('17), 양자컴퓨터 알고리즘('18), 양자센서('20)

* (가트너 10대 전략기술 트렌드) 양자컴퓨팅('19) 등

<참고> 양자정보기술 응용 가능 예시

응용분야	주체	내용
디지털 헬스케어	분당서울대병원 ('21) ^{21) 22)}	- 환자 개인의 영상정보와 임상데이터를 안전하게 암호화하여 프라이버시 보호 - 임상 데이터를 암호화하여 보호하고, 시를 통한 분석으로 질병을 사전에 진단 및 추론하는 데 활용 시도
방산	탈레스그룹* ('21.9) ²³⁾ * 프랑스 최대 방산업체	- 양자 센서를 통해 군사 첩보 차원에서 지형(숨겨진 동굴이나 터널 등) 탐색가능 - 내비게이션 등에서도 혁신적인 변화 기대
보안	남부발전 ('21.11) ²⁴⁾	- 국내 공공기관 최초로 '양자난수생성기' 도입 - 생성되는 양자 난수 기술을 개인별 보안 OTP 시스템에 적용하여 보안 역량 강화
통신	엠티 BT Group, 日 도시바 ('22.4) ²⁵⁾	- 세계 최초의 상업용 양자보안 메트로 네트워크 구축 및 시험 운영 (QKD 기반) * 양자컴퓨팅을 이용한 사이버공격으로부터 데이터 보호 가능 - 첫 번째 상용고객 EY는 본 네트워크를 통해 카이아워프와 런던브리지 근처 두 구역을 연결할 예정

(출처 : 언론보도, KETI 재구성)

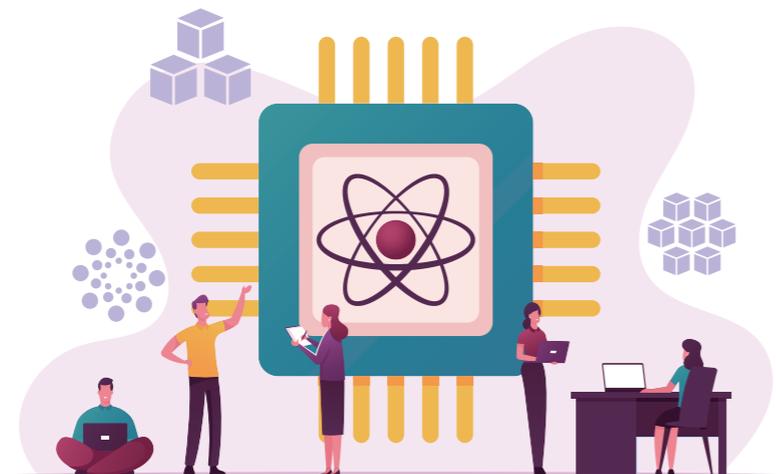
<참고> 양자컴퓨팅 주요 응용분야 ²⁶⁾



▶ 미국, EU 등 주요국과 우리나라도 기술패권 경쟁시대에 미래성장과 기술우위 확보를 위해 양자를 국가차원의 전략기술로 지정

* 美 의회는 자국의 기술경쟁력 뿐 아니라 국가안보 우위를 위한 핵심유망기술(critical and emerging technologies)에 양자정보기술을 포함('22.2)²⁷⁾²⁸⁾

* 한국은 양자기술을 전기기술·산업의 공통핵심·필수기반 전략기술로 지정, 본격 상용화 시대에 선제적으로 대비하고 선진국과의 격차를 빠르게 추격 시도('22.10)²⁹⁾



1 | 기술 동향

▶ 양자정보기술 분야는 아직 산업화를 위한 초기단계*³⁰⁾로, 주요국을 중심으로 글로벌 주도권 확보를 위한 핵심 기술 개발 경쟁이 심화되고 있음³¹⁾

* Capgemini Research Institute의 '21년 11월 세계 857개 조직 대상 양자 정보기술 관련 설문결과, 200개 기관(약 23%)가 양자정보기술을 사용 중이거나, 사용할 계획이 있는 것으로 응답³²⁾

→ 이 중 약 60%가 양자기술의 기초이해를 위한 연구를 시작하거나 양자기술을 활용해 해결가능한 문제를 파악 중에 있다고 응답해 기술활용이 초기단계임을 시사³³⁾

→ 양자 기술을 활용할 문제를 파악하고 소속기관의 기술/R&D 이슈/로드맵 내에 통합중에 있다고 응답한 기관은 약 23%였으며, 실제 이를 위한 실험을 수행(13%)하거나 파일럿규모 혹은 PoC 연구를 시작한 기관은 3%, 이를 통해 초기결과를 얻었다는 기관은 3%에 불과³⁴⁾

▶ 미국, EU가 기술적으로 앞선 가운데,한국은 선도국(미국) 대비 62.5% 수준*으로, 4.5년의 기술격차를 보이고 있음('20년 기준)

* '18년 대비 기술수준 7.5%p 향상, 기술격차 약 2년 축소 (KISTEP '20년 기술수준평가)³⁵⁾

<참고> KISTEP 델파이 조사 요약³⁶⁾

- (양자컴퓨터) 정부주도의 투자와 함께 출연연·대학 등을 중심으로 원천기술 위주의 연구개발이 진행
- (양자암호통신) 주요 3대 분야 중, 가장 앞서고 있는 분야로, 통신 3사가 빠른 상용화 전략과 투자로 주도하고 있음
- (양자센서) 관련 기술역량은 있으나, 국내 시장은 초기 형성 단계

▶ (특허) 선진 5개국*에 10년 간('10~'19) 출원된 특허는 총 6,777건으로, 미국과 중국이 전체 62% 차지³⁷⁾

* 미국(33%) > 중국(29%) > 유럽(19%) > 일본(10%) > 한국(9%) 순

▶ IBM, 구글, 도시바, 화웨이, TSMC 등 글로벌 IT 기업들이 분야별 특허 출원량을 주도하며, 치열한 선두 다툼을 벌이고 있음

<참고> '10~'19년까지 10년간 IP5(선진 5개국 특허청) 특허 출원 현황³⁸⁾

구분	출원 현황	비고
양자컴퓨팅	- 총 2,572 건(37.95%) - IBM, 구글, 노스롭 그루먼, 디웨이브, MS, 인텔 등 6개 기업이 절반이상 차지	- 30% 이상의 연평균 증가율을 보이고 있음
양자 암호통신	- 총 2,711건(40.00%) - 도시바, 화웨이, SK텔레콤, 알리바바 등 4개 기업이 전체 15.5% 차지	- (도시바) 미국, 유럽, 일본에서 가장 많이 출원 - (SK텔레콤) 한국에서 가장 많이 출원
양자센서	- 총 1,494건(22.05%) - TSMC(8.8%)가 가장 많은 특허 출원	- 아직 많지 않은 편으로 원천기술 연구 중

(출처 : 특허청(2021) 인용, KETI 재구성)

▶ (논문) 선진 5개국 기준으로 최근('14~'19) 중국의 논문 건수 및 증가율이 가장 뚜렷하였고,

- ▶ 한국은 논문 건수는 최하위이나 과거 대비('08~'13) 최근 논문발표 증가율이 80.3%로 높은 상황

<참고> 주요국 양자기술 논문발표 현황³⁹⁾

국가	중국	EU	미국	일본	한국
최근('14~'19) 논문 건수	1,513	1,213	930	189	110
점유율	38.3 %	30.7 %	23.5 %	4.8 %	2.8 %
과거('08~'13) 대비 증가율	118.6 %	34.8 %	11.8 %	10.5 %	80.3 %

(출처 : KISTEP(2021)인용, KETI 재구성)

▶ (분야별) 본 고에서는 양자컴퓨터, 양자통신, 양자센서를 중심으로 각 분야가 가지는 기술적 중요성과 국내외 동향을 기술

① 양자컴퓨터

- ▶ (중요성) 큐비트 단위로 초고속 병렬연산을 수행하는 차세대 컴퓨터로, 최근 디지털컴퓨터의 연산 고도화 한계, 반도체 칩 소형화 한계, 막대한 전력소모를 극복할 대안책으로 기대⁴⁰⁾

* 반도체 집적회로에서 무어의 법칙 등이 어긋나는 물리적 한계에 도달하면서, 특별한 계산·측정 등을 수행하는 양자회로의 개념이 2000년대 초반 등장⁴¹⁾

※ (무어의 법칙) 인텔창업자 고든무어가 제시한 반도체 집적회로 기술의 발전속도 법칙(반도체 트랜지스터 숫자가 18개월마다 2배씩 증가)⁴²⁾

** 빅데이터 분석, 시뮬레이션 등을 강화해 미래변화를 촉진할 매개체가 될 전망⁴³⁾⁴⁴⁾

→ 향후 양자컴퓨터가 기존 컴퓨터를 대체하기보다는 상호 보완하는 하이브리드 형태의 활용이 예측⁴⁵⁾

→ 특히 금융, 헬스케어, 의료, 공공 부문 등에서 활발히 활용될 전망⁴⁶⁾

- ▶ (해외) 글로벌 IT기업은 다양한 유형의 양자컴퓨터*를 개발하고, 양자컴퓨터 시뮬레이션을 위한 프레임워크**를 제공하는 등 시장선점을 위한 노력을 병행⁴⁷⁾

** (IBM) 퀴스킷(Qiskit), (구글) 씨크(Cirq), (Xanadu) 페니레인(pennylane) 프레임워크 제공⁴⁸⁾

→ 또한, 양자회로 시뮬레이션 속도를 높이기 위한 다양한 하드웨어 구조가 연구되고 있음⁴⁹⁾

<참고> 주요 양자컴퓨터 기술개발 현황*

기관/이름	발표	큐비트	비고
美 구글/ 시커모어 ⁵⁰⁾⁵¹⁾	'19	53	- 구글은 슈퍼컴퓨터로 1만년 가량 걸리는 연산을 200초 만에 달성하여, '양자우월성'에 최초 도달('19) - 10년 내 양자컴퓨터 상용화 계획 발표('21) - 100큐비트 양자컴퓨터 20여대 운영 중으로 발표('22.9)
美 IBM/ 오픈프리 ⁵²⁾⁵³⁾⁵⁴⁾	'22	433	- IBM은 '25년까지 4,158 큐비트 '쿠카부라' 개발 예정 - G7 정상회의에서 10년 내 10만 큐비트급 양자컴퓨터 개발 계획 공개('23.5) - IBM 퀴텀 네트워크 구축 및 운영
캐나다 디웨이브 시스템즈/ 어드벤처지2 (프로토타입) ⁵⁵⁾⁵⁶⁾⁵⁷⁾	'22	500+	- 디웨이브 시스템즈는 양자 어닐링(annealing) 기법을 전문적으로 사용 - 500큐비트 이상의 6세대 시제품 발표('22.6) * 6세대 시제품의 경우 20개 방향의 큐비트간 연결을 통해 새로운 제퍼 배치로 구성, '23-'24년경 7000 큐비트 이상의 6세대 어드벤처지2 공개 예정 * 5세대 어드벤처지2의 경우 5000개 이상의 큐비트 및 15방향의 큐비트 연결을 갖추었다고 발표('21.10)
中 중국과기대/ 쭈쑹즈 ⁵⁸⁾	'21	66	- 쭈쑹즈를 통해 세계에서 가장 빠른 슈퍼컴퓨터보다 1천만배 이상 빠른 연산 달성 (중국 내 최초로 초전도 양자 컴퓨터 개발)

(출처 : 언론 보도 기반 KETI 재구성)

- ▶ (국내) 선도국 대비 후발주자이나, 정부 주도의 대규모 사업 등으로 도전적 연구개발*을 시도 중⁵⁹⁾

* (한국전자기술연구원) 다양한 양자회로를 시뮬레이션 할 수 있는 하드웨어 구조를 제안하고, 이를 FPGA상에서 검증하는 등의 연구 진행 중⁵⁹⁾

→ (단기) 양자컴퓨팅 연구인프라 구축 사업 ('22~'26, 490억원)⁶⁰⁾

* 국내 산업 지원, 성과 확산 등으로 초전도 기반의 50큐비트 양자컴퓨터를 구축하고, 국내 연구자에게 클라우드 서비스 제공을 목표⁶¹⁾

** 한국은 미국, 중국, 일본에 이어 50큐비트급 양자컴퓨터 자체 구축 도전⁶²⁾

→ (장기) 상용 확장이 용이한 한국형 양자컴퓨팅 시스템 개발 추진⁶³⁾

* '31년 1,000 큐비트급 초전도 기반 범용 양자컴퓨터 개발을 목표

<참고> 양자컴퓨터 개요

- 1981년 미국의 물리학자 리처드 파인먼이 개념을 최초 제안했으며, 1994년 미국의 컴퓨터 과학자 피터쇼어의 양자 암호해독 알고리즘 발표를 기점으로 본격적으로 주목받기 시작함⁽⁶⁴⁾⁽⁶⁵⁾
- 2011년 세계최초 상업용 양자컴퓨터를 출시한 캐나다 디 웨이브 시스템즈 (D-Wave Systems, Inc.)가 128큐비트 양자컴퓨터를 출시한 이후 주요 글로벌 기업들의 개발 경쟁이 심화⁽⁶⁶⁾⁽⁶⁷⁾
- HW, SW, 클라우드 서비스로 구분되며, 많은 핵심 기술이 아직 연구 단계⁽⁶⁸⁾

* 큐비트의 물리적 근원에 따라 다양한 플랫폼 영역에서 구현되며⁽⁶⁹⁾, 플랫폼에 따라 초전도체, 이온트랩, 반도체 양자점, 위상 큐비트, 고체결합, 광자기반 등으로도 구분⁽⁷⁰⁾

* Global Risk Institute(GRI)는 양자컴퓨터가 향후 10~15년 안에 1000만 큐비트에 도달할 것으로 전망⁽⁷¹⁾

② 양자암호통신

- (중요성) 암호 탈취를 원천적으로 차단하고, 불규칙한 난수를 생성해 강력한 암호키를 만들어 내는 등 절대적 수준의 보안성을 제공가능⁽⁷²⁾
- (해외) 유선통신*의 경우 양자키 분배 기술(QKD)을 중심으로 기술 연구와 사업화가 활발히 진행되고 있으며, 무선통신의 경우 위성을 이용한 연구개발이 중국**을 중심으로 상당한 성과를 보이고 있음⁽⁷³⁾

* 유선통신의 경우 국내기술이 선진국 기술을 빠르게 추격하고 있으나, 무선의 경우 격차가 있는 것으로 평가⁽⁷⁴⁾

** 중국은 정부의 대규모 투자로 양자위성 발사에 성공('16.8), 이를 이용해 수천km 구간 암호통신 실험에 성공 및 '30년까지 전세계 광역 양자암호 통신망 구축 추진, 유럽 또한 양자통신 원천기술 보유⁽⁷⁵⁾

<참고> 해외 양자암호통신 기술 현황

기업	현황
ID Quantique ⁽⁷⁶⁾⁽⁷⁷⁾	- 중국을 제외하고 전세계 매출액, 특허 보유 세계 1위인 스위스기업으로 '18년 SKT가 인수 - SKT와 함께 '20년 세계 최초 5G 양자보안 스마트폰 '갤럭시A퀀텀'을 발표('20), 세계에서 가장 작은 크기의 양자난수생성(ORNG) 칩셋을 탑재한 '갤럭시 퀀텀3' 발표('22.3) - '23년 세계 첫 구독형 양자키분배(QKD) 서비스 민간 상용화 추진
Quantum Xchange ⁽⁷⁸⁾⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾	- 미국 최초의 상용 양자 네트워크 파이오(Phio) 개발 및 상용화 - IDQ에서 개발한 양자난수 생성기(QRNG)를 포함하여, 자체 개발한 양자 키 엔진으로 미 동부 100km 이상의 장거리 양자네트워크 구축('18) - 기타 은행, 금융, 신용카드, 정부 및 방위산업, 원격 데이터 센터 등에 관련 기술 적용 중
AT&T ⁽⁸¹⁾	- 미국 양자경제개발 컨소시엄(QED-C) 참여 - '25년까지 양자준비(quantum ready)를 목표로 하고 있음을 발표 * 양자컴퓨터의 본격 등장 전, 양자암호통신기술 강화 예정

(출처 : 언론 보도 기반 KETI 재구성)

- (국내) 정부주도*로 유·무선 양자인터넷** 핵심원천기술개발에 착수, 민간은 통신 3사를 중심으로 양자암호통신 상용화 경쟁 중⁽⁸²⁾⁽⁸³⁾⁽⁸⁴⁾

* 양자인터넷 핵심 원천기술 개발사업 ('22~'26년 456억원, 유·무선 중계기, 양자 메모리 등 개발)

** 멀리 떨어진 큐비트와 비트로 표현된 모든 정보를 서로 연계하는 기술로, 클라우드 기반 양자컴퓨터를 서로 연계가능

→ 장기적으로 '30년대 100km급 양자 네트워크 개발 및 도시 간 실증을 추진⁽⁸⁵⁾

<참고> 국내 양자암호통신 기술 현황⁽⁸⁶⁾

기업	개발 사항
SKT ⁽⁸⁷⁾⁽⁸⁸⁾	- 고려대 안암병원과 정릉 K-바이오 센터 구간에 양자키분배(QKD) 기반 통신망을 공급해 보안강화, 서울·세종·대전·광주 800km 구간 국가통신망에 양자암호 적용 성공
KT ⁽⁸⁹⁾	- QKD 장치간 상호 운용을 위한 인터페이스 및 관리 모델이 양자암호통신 관련 국내 표준안으로 최종 채택
LG 유플러스 ⁽⁹⁰⁾	- 양자컴퓨터의 해킹 공격도 방어할 수 있는 '양자내성암호 서비스'의 공공·민간분야 검증을 완료하고, '22년 4월 기업용 양자내성암호 전용회선 서비스 출시

<참고> 양자암호통신 개요

- 양자의 고유 성질(복제불가, 양자적 난수, 얽힘 등)을 이용한 암호화를 통해 해킹이나 도청 등의 보안위협에 대비가능한 새로운 통신방법⁽⁹¹⁾⁽⁹²⁾
- 유·무선 양자키분배, 양자난수 생성기, 양자중계기, 양자인터넷 보안기술, 양자 시험망 구축기술 등이 활발하게 연구개발 중⁽⁹³⁾
- 정부 보안시스템, 군용 드론·항공기 통신, 스마트 팩토리, 의료 데이터·클라우드 서비스, 금융 데이터, 자율주행배송 등에 적용가능⁽⁹⁴⁾

③ 양자센서

▶ (중요성) 기존 센서 대비 높은 민감도와 분해능으로 다양한 물리량 측정을 가능한 장점이 있어, 초정밀 분석을 요하는 이미지 센서와 군사용 레이더 등에 적용 가능⁹⁵⁾

→ 산업 및 농업, 의료, 석유가스, 유틸리티 및 건설, 국방 및 안보, 로봇공학 전반에 걸쳐 수요가 확대*될 것으로 예상⁹⁶⁾⁹⁷⁾⁹⁸⁾

* (예1, 양자 중력 센서) 광물 지하 매장량 분석, 싱크홀 등 도시 건설 현장 안정성 분석 등
 (예2, 자이로스코프 양자 센서) 회전각, 회전각속도 측정이 필요한 항공·드론·로봇 등

▶ (해외) 유럽은 대규모 연구 프로젝트를 기반으로 기술개발과 사업화가 추진되고 있으며, 미국·중국·일본 또한 다양한 응용 연구가 진행 중⁹⁹⁾

* 양자센싱의 경우, 기존 시스템을 통합하며 HW 위주로 상용화가 진행되는 특성 때문에, 초기 기술 수준을 바탕으로 시장이 형성될 것으로 전망됨¹⁰⁰⁾

▶ (국내) 아직 상용화와 특허 출원 등이 활발하지 않으나, 정부지원*에 힘입어 기술격차 해소 기대¹⁰¹⁾

* 세계최고 수준의 양자센서 원천기술 개발('23년 1개 → '31년 3개) 및 원천기술을 융합하여 양자레이더, 첨단 산업센서 등 개발 추진¹⁰²⁾

→ 자기장·온도의 정밀 측정이 가능한 다이아몬드 양자센서*, 무기체계나 인공위성에 탑재되는 원자 스핀 자이로스코프 양자센서** 등 관련 연구소에서 응용분야 확대를 위한 연구 진행 중

* 반도체소자, 리튬이온 전지 등에서 외부에서 보이지 않는 발열 사고 예방 가능¹⁰³⁾

** 기존 기계식·광학식의 한계를 뛰어넘는 양자센서 국산화 성공, 향후 GPS가 없는 지역과 소형화를 통한 우주분야 적용 기대¹⁰⁴⁾

*** 10년('10~'19)간 양자센서 IP5 주요 출원인 점유율(%) : TSMC(8.8), 중국과학원(2.8), 프랑스 원자력 및 대체에너지 위원회(2.4), 오슬람OLED(1.5), 하마마츠 포토닉스(1.1) 순¹⁰⁵⁾ → 동일기간내 국내 특허출원은 106건에 불과¹⁰⁶⁾

<참고> 양자센서 개요

▶ 큐비트 등의 양자 시스템을 활용해 기존 센서로 감지하지 못하는 미세물리량*을 높은 민감도·분해능·해상도 등으로 정밀하게 측정하는 계측, 감지 및 이미징 기술을 통칭¹⁰⁷⁾¹⁰⁸⁾

* 중력·힘, 회전·각속도, 자기장·스핀, 전기장·전하, 온도 등 실시간 변화하는 여러 물리량의 초정밀 측정에 활용 가능¹⁰⁹⁾

▶ 측정 물리량에 따라 양자관성센서, 양자시간센서, 양자전기장·자기장센서, 양자광학센서 등으로 구분¹¹⁰⁾

2 | 정책 동향

▶ (해외) 미국, 중국, 일본 등은 양자를 국가 전략기술*로 선정, 정부가 대규모 R&D 투자, 표준화, 로드맵 수립 등을 추진 중¹¹¹⁾

* (美) 10대 핵심기술, (中) 7대 과학기술, (日) 3대 전략기술¹¹²⁾¹¹³⁾

① 미국

▶ 정부주도*의 원천기술 활성화와 함께, IT 대기업·스타트업의 대규모 집중투자가 병행돼 산·학·연 시너지를 창출하며 글로벌 양자기술을 선도 중¹¹⁴⁾¹¹⁵⁾¹¹⁶⁾

* 국가양자정보 과학비전 수립('09)

* 세계 최초로 '국가 양자 이니셔티브 법안(National Quantum Initiative Act, NQI 법)'을 제정·5년간 12억 달러 투자 발표('18)

* 백악관 산하 '국가 양자 이니셔티브 위원회' 신설('22) 등 추진

▶ 국립표준기술연구소(NIST), 국립과학재단(NSF), 에너지부(DOE) 등 연방 정부 차원에서 양자기반 기술 전반에 대한 연구개발을 폭넓게 추진 중¹¹⁷⁾¹¹⁸⁾¹¹⁹⁾

* (NIST) 170개 기관(구글, IBM, 아마존 등)이 참여하는 양자경제개발컨소시엄(QED-C) 운영('19-) 및 양자기술 표준화 작업 진행 중

* (NSF) 퀀텀도약을 위한 '광자를 이용한 양자 머신러닝' 등 40여 개 연구과제 추진

* (DOE) '20년 5개 국가양자정보과학연구센터(Q-Next, C2QA, SQMS, QSA, QSC) 설립 및 고등양자과학기술 투자 수행

▶ 최근 국가표준전략('23.3)을 발표, 첨단 신기술 표준 개발에 정부 개입*을 강화, 국가안보·경제에 강력한 영향을 끼칠 수 있는 양자정보기술을 전략에 포함¹²⁰⁾¹²¹⁾

* 개발중인 기술에 대한 지적재산과 정보보호 우려가 있음에도, 기술패권 경쟁시대에 전략적 경쟁자에 대한 대응과 미국의 리더십 강조

** 투자강화/정부주도 산학연 결집 강화/ 표준인력 육성 강화/국제협력 강화 등의 큰 방향성을 제시 (구체적 세부 사안은 비공개)

② EU

▶ 양자기술의 '퍼스트 무버'가 되어 2차 양자혁명 및 기술패권을 주도하기 위해, 10년간 10억 유로를 투자, EU 산하 양자플래그십(Quantum Flagship)* 출범('18)¹²²⁾¹²³⁾

* 통신, 컴퓨팅, 센싱, 시뮬레이션 등 4개 응용분야를 집중 육성하는 대형 프로젝트로, 유럽 산·학·연 5천여 명의 전문가와 각국의 정부기관이 참여

※ 초기단계에 양자암호시험망 구축 사업을 포함하여 20여 개 연구 프로젝트를 지정 투자

② '2030 디지털컴퍼스전략*'에서 양자컴퓨터 확보, 양자보안 및 통신인프라 구축 등 양자분야 기술 우위 확보를 위한 정책지원 방향 수록('21)¹²⁴⁾¹²⁵⁾

* 다가올 10년에 대한 유럽의 디지털 전환 비전·목표·방안 및 6G·AI·반도체·양자컴퓨팅 등 첨단 기술 분야 R&D 지원 방향 제시
** '30년까지 최첨단 양자 역량 확보, '25년 최초의 양자컴퓨터 보유, 초안전 양자통신 인프라 개발·보급 등을 목표

③ 양자기술을 위한 경제시스템 발전 토대 마련, 과학·산업 향상, 유럽안팎 소비자에게 혜택 부여를 골자로 하는 양자 표준화 로드맵을 위한 추진 방향 발표 (유럽전기표준화 위원회, '23.3)¹²⁶⁾

* 양자기술은 정보처리·저장·전송 분야에 영향을 미쳐 유럽의 독립성과 안전에 필수임을 강조¹²⁷⁾
** 양자기술 시장 활용을 촉진하고, 가속화하는 것을 목표로 표준화 활동을 위한 현장 준비를 적극 추진, 양자 세부기술에 대한 표준화 방향성 제시

④ 그 외에 영국, 독일, 스위스 등 각국에서 대규모 국가단위 투자를 통해 기술 개발 중¹²⁸⁾

③  일본

① 일본은 '16년 인공지능, 바이오와 함께 양자를 3대 국가전략기술로 지정(제5기 과학기술기본계획) 하고, 정부주도의 민관협의회 운영 등을 통해 산·학·연이 일체가 되어 양자기술 기반의 새로운 산업 창출과 세계적 전문인력 양성을 시도

② 양자기술을 총괄할 '양자과학기술연구개발기구(QST)' 설립('16), 일본 미래 발전전략(중합 이노베이션 전략 2019)에 양자기술 추진내용 반영('19), 양자기술 이노베이션 전략* 책정('20), '양자 이노베이션 이니셔티브 협의회' 발족('20) 등 지속적으로 국가차원의 전략을 발표 중¹²⁹⁾

* '주요기술' 영역과 발전 가능성을 가진 분야 '양자 융합 이노베이션' 영역으로 로드맵을 설정하고 투자 계획 등 설정

③ 토요타, 도시바, NTT 등이 참여하여 '양자기술 신산업 창출 협의회(Q-STAR)'를 발족('21), 국산 양자 컴퓨팅 개발, 새로운 응용산업 창출 등 민관공동 양자기술 연구에 힘쓰고 있음¹³⁰⁾¹³¹⁾¹³²⁾

* 여러 전문 분야별로 구분되며, 분야별로 개발된 기초기술을 바탕으로 추가 응용기술까지 개발하는 것을 목표로 함¹³³⁾¹³⁴⁾

④ 최근 '양자미래사회비전('22.4)'에서 양자기술을 사회경제시스템 전체*에 도입 및 융합하여, 산업이 성장하고 사회문제를 해결할 수 있는 전략 발표¹³⁵⁾

* 신약개발, 의료, 소재, 금융, 에너지, 생활서비스, 교통, 공장 등

⑤ 또한 양자기술의 실용화·산업화를 위한 '양자 미래 산업 창출전략(안)'을 발표하여 수요기업과의 상호협력, 스타트업 육성 등을 강조('23.4)¹³⁶⁾

* ('30년 목표) 일본 내 양자기술 사용자 1,000만명, 양자기술에 의한 생산액 50조엔 규모 확대, 유니콘 벤처기업 창출 등¹³⁷⁾

④  중국

① 중국은 양자를 국가단위의 혁신 기술로 인식, '양자굴기'를 국가 중대과제로 설정하며 독자기술 확보에 매진

* 양자기술 개발 의지 천명(중국제조 2025, '15), 양자 통신 및 컴퓨터 '30년까지 추진할 중대 과학기술 프로젝트로 규정(제13차 국가과학기술혁신계획, '16~'20)

② '18년부터 5년간 1천억 위안 투자 발표('17), 세계 최초 양자통신위성 목자(Micius)호를 독자적으로 연구·개발하여 양자키분배(QKD) 기반('18) 통신 성공 및 양자직접통신 성공('21) 등 공격적인 투자와 그에 따른 성과가 도출되고 있음¹³⁸⁾¹³⁹⁾

* (양자과학기술 5대 발전전략) 1) top-level 기획 및 전망, 2) 정책적 지원체계 정비, 3) 기초연구 및 핵심기술 강화, 4) 수준 높은 인재양성, 5) 산학연 협동 촉진 등¹⁴⁰⁾

③ 중국과학원, 중국과학기술 대학을 중심으로 연 2,000억원 규모의 투자와 우수 인력 양성으로 원천기술부터 응용까지 최고 기술 선점을 시도¹⁴¹⁾

▶ (국내) '14년 양자기술을 미래유망기술로 인식하였으나, 구체적인 중장기 비전과 투자전략은 '21년부터 추진되어, 현재 국가차원의 필수 전략기술('22년 지정)로 육성 중

①  한국

양자기술 관련 정책 주요 내용	의의
<p>양자정보통신 중장기 추진전략 ('14.12, 관계부처합동)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (비전) '20년 양자정보통신 글로벌 선도국가 진입 - (전략) 핵심기술 개발, 연구기반 조성, 지속성장 기반 마련 등 - (목표) '20년까지 암호분배기술 상용화, 세계 1등 기술 5개 확보, 전문인력 3,000명 양성 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 최초 양자기술 정책방향 설정 - 양자를 미래 유망기술로 국가차원에서 인식 시작
<p>양자기술 연구개발 투자전략(안) ('21.4, 과기부)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (비전) 디지털을 넘어 퀀텀의 시대로 - (목표) '30년대 양자기술 4대 강국 진입 - (전략) 도전적 원천연구 강화('28년 100큐비트 급 한국형 양자컴퓨터), 전문인력 확보('30년까지 1,000명), 인프라 확충 및 고도화(양자칩 구축), 활용 및 산업혁신 촉진(Q-플래그십 프로젝트) 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 선도국에 비해 미흡한 R&D 수준을 향상시키기 위해 국가차원의 중장기 비전과 투자전략 제시 - '35년까지 3대 분야별 (양자컴퓨터/암호통신/센서) 단계적 목표(로드맵) 제시

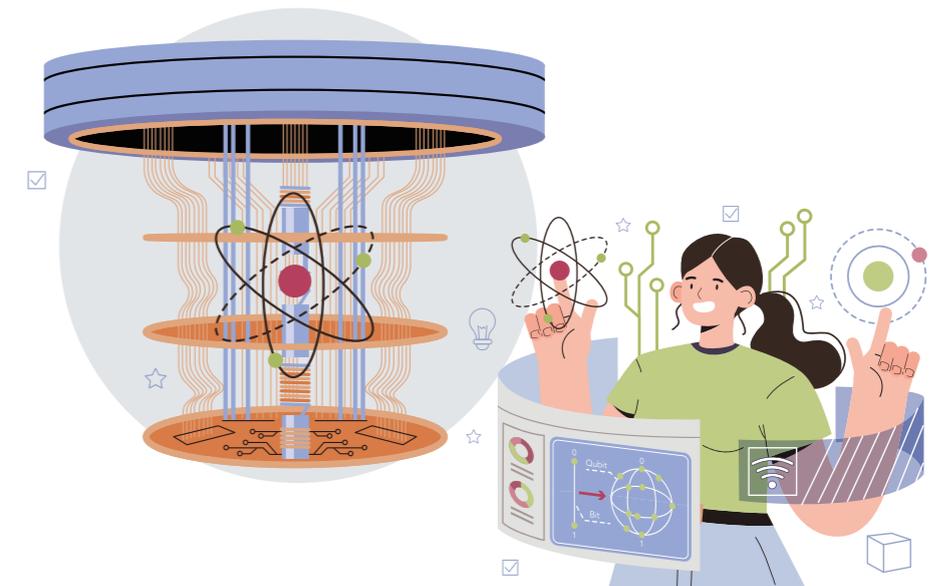
<p>제1회 양자기술 특별위원회개최 ('21.11, 과기부)</p>	<p>- 선도국과의 기술 격차를 줄이도록 양자기술의 경제·산업·안보적 활용에 대해 논의하는 민·관 합동위원회(정부위원, 민간위원, 특별자문 등) 설립</p>	<p>- 美, 英, 日의 컨소시움에 대비하여, 범부처 차원의 전주기 의사결정체계 확보 - 기술개발과 산업화를 동시에 추진하는 나선형적 발전전략 강조</p>
<p>국가 필수전략 기술 선정 및 육성·보호 전략 ('21.12, 과기부)</p>	<p>- 국가안보, 신산업 등에서 반드시 주도권을 확보해야 할 10개 국가 필수전략기술로 양자기술 지정 - 양자기술은 보안성 강화, 암호체계 무력화 등 안보관점에서 필수이며, '추격형' 기술로 분류되어 국가 주도로 중장기적 육성 추진</p>	<p>- 10대 필수 전략기술로 선정되어 공공주도의 전방위 지원책 기대</p>
<p>2023년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안) ('22.6, 과기부)</p>	<p>- 미래 도전적 과학기술로, 50큐비트급 한국형 양자컴퓨팅 시스템 구축, 학문적·산업적 활용에 대한 도전적 탐색·적용 연구 지원</p>	<p>- '23년 작년대비 36.3% 증가한 953억 원 예산 확보</p>
<p>제 1차 전략기술 (양자기술) 인재 정책 간담회 개최 ('22.10.13, 과기부)</p>	<p>- 양자 통신·센서·컴퓨터·소자 4대 분야에 대해 양자대학원 운영 계획 ('24년까지 매년 1개씩 대학연합 선정·지원예정) * 매년 박사급 인력 30명 이상 배출하는 규모</p>	<p>- 최고급·박사급 전문인재 양성을 통해 국내 양자생태계 조성 및 세계 기술 경쟁력 강화</p>
<p>국가전략기술 육성방안 발표 ('22.10.28, 과기부)</p>	<p>- 양자기술을 전기술·산업의 공통핵심·필수 기반 기술로서 12대 국가전략기술로 선정 - (단기) 50큐비트급 양자컴퓨터 구축, 초정밀 양자센서 개발 등 - (중장기) 한국형 양자컴퓨팅 시스템 개발, 양자중계기·양자인터넷 기술 개발 등</p>	<p>- 양자기술을 국가전략기술로 육성하여 미래성장 기술주권 확보를 위해 범정부적 역량을 집중할 계획 공표</p>
<p>新성장 4.0 전략 추진계획 ('22.12.21, 관계부처 합동)</p>	<p>- 미래기술 선제 확보로 신성장동력 확충이 가능한 '新기술, 미래분야 개척'에 '양자기술'을 15대 프로젝트로 선정 - 50큐비트 양자컴퓨터 개발('26), 소재개발용 양자시뮬레이터 플랫폼, 양자센서 시작품 3건 개발('27) 등</p>	<p>- 국가 재도약을 위한 도전과제로서 양자기술 프로젝트 구체화</p>
<p>대한민국 양자과학기술 전략 ('23.6.27, 과기부)</p>	<p>- (비전) '35년 글로벌 양자경제 중심국가로 도약 - 양자융합인재양성, 임무지향형 연구개발, 양자산업기반 마련 등을 핵심과제로 지정 - '35년까지 민관 협력 3조원 이상 공동투자, 최선도국 대비 85% 기술수준 달성, 양자핵심인력 2,500명 양성, 국제협력 투자규모(정부) 확대 등을 추진</p>	<p>- 역대 최초의 양자기술 국가전략으로, 중장기 비전과 종합적 발전전략을 제시</p>

(출처: 보도자료 기반 KETI 재구성)

<참고> 한국의 양자기술 국제표준화 추진 현황

- 한국은 IEC 표준화평가그룹에 적극 참여하며 양자기술 표준화의 초기단계를 주도하고 있으며, 한미 양자정보과학기술 협력 공동성명('23.4.25)을 통해 미국과 표준화 관련 논의 및 협력을 진행 예정¹⁴²⁾
 - ① 우리나라가 양자기술 분야의 국제 표준화 논의를 시작하는 IEC '양자기술 표준화평가그룹' 의장을 맡아, 국제표준화 선도 (산업부, '22.6)¹⁴³⁾
 - * '20년 '양자기술 표준화 추진위원회'를 구성하고('20), IEC 백서 발간('21.10) 주도
 - * 국제표준화 과정에 국내 기술을 적극적으로 반영하여 국제 표준 선점 기대
 - ② 우리나라 주도로 양자암호통신 분야의 국제표준(안) 사전 채택 (과기부, '22.7)¹⁴⁴⁾
 - * '양자키분배네트워크(QKDN) 네트워크 품질 보장 기능 구조', '머신러닝 기반 QKDN 네트워크 품질 보장 요구사항' 등 2건
 - ③ 양자기술 표준화 평가그룹* 회의 개최 및 산업화 촉진을 위한 국제 표준화 전략과 IEC 표준화관리 이사회 기술위원회 신설 제안 추진 논의 (산업부, '23.2)¹⁴⁵⁾
 - * 국제전기기술위원회(IEC) 표준화평가그룹(SEG) 14

(출처: 보도자료 기반 KETI 재구성)



3 | 시장 동향

본 고에서는 MRS의 시장보고서(글로벌 주요기업 매출 기반 시장규모, '22), 국제전기기술위원회(IEC) 백서('21), 과기부백서('22) 내용을 기반으로 시장 동향을 서술¹⁴⁶⁾¹⁴⁷⁾¹⁴⁸⁾

▶ 양자기술은 원천기술 개발 및 상용화가 빠르게 진행 중*으로, 관련 스타트업의 투자가 확대* 되는 등 시장의 폭발적** 성장이 전망됨

* '22년 양자기술 스타트업에 대한 전세계 투자는 역대 최고 수준(23억 5,000만 달러) 달성¹⁴⁹⁾
 ** '01년 이후 관련 스타트업 투자의 약 68%가 지난 2년간 업계로 유입되는 등 양자기술의 상업적 잠재력에 대한 시장의 확신을 보여줌¹⁵⁰⁾

▶ (세계시장) 전세계 양자기술 시장은 '21년 약 798.3백만 달러(약 1조 549억 원) 규모로 추정되며, '22년에서 '28년까지 연평균 40.3%의 급격한 성장이 예측됨(MRS, '22)

① 기술분야별

양자컴퓨터, 양자통신, 양자센서 분야 모두 빠른 성장세가 예측되며, '28년경에는 양자컴퓨터가 전체 시장의 68.18%*를 차지할 것으로 전망

* (기술분야별 점유율) ('21) 양자컴퓨터 73.55%, 양자암호통신 16.67%, 양자센서 9.77% → ('28) 양자컴퓨터 68.18%, 양자암호통신 18.05%, 양자센서 13.76% (MRS (2022) 기반 재구성)

<참고> 글로벌 양자정보기술 시장규모 및 전망¹⁵¹⁾ (단위: 백만 달러)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR ('22~'28)
양자컴퓨터	587.2	808.2	1,118.2	1,555.4	2,157.4	2,990.7	4,145.4	5,796.3	38.9%
양자암호통신	133.1	188.9	267.6	378.4	535.9	759.7	1,079.6	1,534.8	41.8%
양자센서	78.0	115.9	171.2	251.6	370.6	544.8	797.3	1,170.0	47.0%
합계	798.3	1,113.0	1,557.0	2,185.4	3,063.9	4,295.2	6,022.3	8,501.2	40.3%

(출처: MRS(2022) 발췌인용)

▶ 양자컴퓨터¹⁵²⁾¹⁵³⁾

→ 보급을 지연시키는 기술적 한계 등으로 시장전망이 다소 보수적임에도 불구하고, 연평균 38.9%('22~'28)로 빠르게 성장할 전망

→ 기존 컴퓨터의 모든 측면을 대체하기보다는 기존 아날로그 컴퓨터와의 하이브리드 형태의 활용이 자리잡을 것으로 예측되며, 일부 특정 영역에서 활용도가 높아질 것으로 예측
 → 많은 핵심기술이 아직 연구단계에 있으며, 금융, 헬스케어, 의료, 공공 부문 등에서 활발히 활용될 전망

▶ 양자암호통신¹⁵⁴⁾¹⁵⁵⁾

→ 최근까지 실험장비와 관련 부품을 중심으로 성장이 다소 미미했으나, 향후 기술의 성숙과 함께 급격한 시장의 확대가 기대됨
 → 특히, 양자 난수(random-number) 생성 칩셋을 탑재한 양자보안기기의 보급이 확대됨에 따라 고성장 전망

▶ 양자센서¹⁵⁶⁾¹⁵⁷⁾

→ 매년 46% 이상의 성장이 예측되는 분야로, 양자자기센서, 원자시계 등이 성장을 주도할 것으로 전망
 → 국방(잠수함 탐지 기술, 지하구조물 감지), 에너지(효율적인 지하수 모니터링), 의료(MRI, MEG 등 생체 측정 분야) 등에 확장하여 활용가능

② 응용분야별

헬스케어·생명과학, 에너지·화학, 통신 분야 등에서 양자정보기술의 활발한 활용이 기대됨¹⁵⁸⁾

* (응용분야별 점유율 전망, '28) 헬스케어 및 생명과학(37.37%), 에너지 및 화학(21.74%), 통신(19.14%), 은행·금융서비스·보험(11.37%), 항공우주 및 모빌리티(5.4%) 등

<참고> 응용분야별 글로벌 양자정보기술 시장규모 및 전망¹⁵⁹⁾ (단위: 백만 달러)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR ('22~'28)
에너지 및 화학	195.66	268.32	369.1	508.9	701.76	967.9	1,333.39	1,848.29	37.90%
헬스케어 및 생명과학	261.12	372.37	531.72	761.3	1,089.54	1,555.35	2,215.29	3,177.48	43.00%
항공우주 및 모빌리티	39.25	55.02	77.83	111.39	158.02	224.21	319.81	459.13	42.40%
은행·금융 서비스·보험	117.1	157.66	212.88	288.14	388.5	523.55	708.65	966.44	35.30%
통신	139.86	196.99	278.22	394.39	558.21	796.4	1,135.83	1,627.30	42.20%
기타	45.3	62.66	87.26	121.28	167.9	227.81	309.32	422.5	37.40%
합계	798.3	1,113.02	1,557.00	2,185.41	3,063.93	4,295.22	6,022.29	8,501.15	40.30%

(출처: MRS(2022) 발췌인용)

③ 국가별

중국(43%)과 네덜란드(42%)가 양자기술을 가장 활발히 채택*하려는 것으로 분석되었으며, 한국은 14%를 기록(Capgemini Research Institute 설문결과)¹⁶⁰⁾

* 전세계 857개 기관을 대상으로, 양자기술을 사용하거나 사용할 계획이 있는 기관의 비율로 분석/ 영국(26%), 독일(26%), 프랑스(23%), 미국(22%) 등

▶ (국내시장) '21년 4.76백만 달러(약 61억 원), '22년 9.73백만 달러(약 125억 원)규모에서 '28년 221.49백만 달러(약 2,846억 원) 규모로 연평균 68.34%로 급격히 성장 전망(MRS, '22)¹⁶¹⁾

① 기술분야별

3대 분야 모두 국내시장 형성이 아직 미미하나, 점차 산업계의 수요와 기업의 상용화 추진에 따라 시장 확대 전망

* (기술분야별 점유율) ('21) 양자컴퓨터 70.27%, 양자암호통신 20.23%, 양자센서 9.5% → ('28) 양자컴퓨터 68.40%, 양자암호통신 17.83%, 양자센서 13.77%¹⁶²⁾

<참고> 기술별 국내 양자정보기술 시장규모 및 전망¹⁶³⁾ (단위: 백만 달러)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR ('22~'28)
양자컴퓨터	3.34	6.76	13.81	24.19	39.41	64.99	100.99	151.50	67.92%
양자암호통신	0.96	1.99	3.41	5.70	8.97	15.18	25.67	39.48	64.52%
양자센서	0.45	0.98	2.07	3.82	7.19	12.57	19.20	30.51	77.23%
합계	4.76	9.73	19.28	33.71	55.57	92.74	145.86	221.49	68.34%

(출처: MRS(2022) 발췌인용)

▶ 양자컴퓨터¹⁶⁴⁾¹⁶⁵⁾¹⁶⁶⁾

→ '21년 기준 연구용 컴퓨터 분야가 주를 이루고 있어 뚜렷하게 시장이 형성된 것은 아니나('21년 약 44억 원 규모), 향후 금융, 헬스케어, 제약 등에서 점차 확산될 전망

▶ 양자암호통신¹⁶⁷⁾¹⁶⁸⁾¹⁶⁹⁾

→ '21년 기준 약 12억원 규모에 불과하나, 상용화가 활발히 추진되는 분야로 '28년까지 64.52%의 높은 성장이 예측됨

* 현재는 실험·연구용 중심의 시장이나, 향후 테스트베드 구축, 통신 3사 상용화 시작 등과 함께 성장 전망

** '22년 국내 양자암호통신 시장의 글로벌 점유율은 0.1% 수준이나, '30년 1%까지 확대 전망

▶ 양자센서¹⁷⁰⁾¹⁷¹⁾¹⁷²⁾

→ '21년 약 5.9억 원 수준으로 시장형성보다는 연구단계에 머무르는 상황이며, '28년까지 연평균 77.23%의 급격한 성장이 전망됨

② 응용분야별

국내 주요 통신사의 양자키 분배(QKD), 양자내성암호(PQC) 등 시범사업 운영 및 상용화 추진과 함께, 통신분야에 대한 집중 활용이 예측됨

* (응용분야별 점유율, '28) 통신(41.06%), 헬스케어 및 생명과학(18.79%), 항공우주 및 모빌리티(12.85%), 은행·금융서비스·보험(10.29%), 에너지 및 화학(9.76%) 등¹⁷³⁾

<참고> 응용분야별 국내 양자정보기술 시장규모 및 전망¹⁷⁴⁾ (단위: 백만 달러)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR ('22~'28)
에너지 및 화학	0.573	1.089	2.250	3.804	6.059	9.758	14.789	21.611	64.54%
헬스케어 및 생명과학	0.853	1.731	3.368	5.977	10.000	16.934	27.019	41.612	69.89%
항공우주 및 모빌리티	0.417	0.702	1.662	3.642	6.566	11.895	18.725	28.460	85.33%
은행·금융 서비스·보험	0.673	1.337	2.709	4.213	6.639	10.568	15.817	22.796	60.42%
통신	1.762	3.680	7.053	12.631	21.322	36.417	58.583	90.945	70.67%
기타	0.479	1.193	2.242	3.443	4.987	7.172	10.930	16.066	54.25%
합계	4.757	9.732	19.285	33.709	55.573	92.744	145.863	221.489	68.34%

(출처: MRS(2022) 발췌인용)

4 | 기업 동향

▶ 해외 주요기업 동향

① 미국

▶ IBM Quantum

- 127큐비트 프로세서 '이글(Eagle)'('21.11) 및 433큐비트 프로세서 '오스프리(Osprey)' 공개('22.11)¹⁷⁵⁾
 - * '25년까지 모듈식으로 확장된 4,000 큐비트 이상의 프로세서 개발계획 발표('22.5)¹⁷⁶⁾
 - ** G7 정상회의('23.5)에서 10년 내 10만 큐비트급 양자컴퓨터 개발 계획 공개¹⁷⁷⁾
- 파이썬을 기반으로 세계에서 가장 널리 사용되는 양자 SDK(software development kit)인 Qiskit 제공¹⁷⁸⁾
- 양자컴퓨터 시대를 대비하기 위한 양자 보안 솔루션 'IBM 퀀텀 세이프' 기술 및 관련 로드맵 공개('23.5)¹⁷⁹⁾
- 과기부·성균관대와 협약을 맺고 '양자리더십 프로그램' 진행('23.6)¹⁷⁹⁾
 - * 한국의 양자계산과학 분야 인재육성을 목표로, IBM은 연수생 대상 교육·훈련 실시

▶ Google

- 53큐비트 양자컴퓨터 '시커모어' 개발을 통해 양자우위* 달성('19)
 - * 디지털 슈퍼컴퓨터로 계산하면 1만년 걸릴 것을 200초 만에 해결¹⁸⁰⁾
- 상용화에 필수적인 '양자컴퓨터 오류 정정 코드*' 기술의 가능성 확인('23)
 - * 구글이 정립한 양자컴퓨터 상용화를 위한 최종 6단계 중 2단계¹⁸¹⁾
- '30년까지 최종 6단계 달성으로, 100만 큐비트 양자컴퓨터 개발 목표¹⁸²⁾

▶ Intel

- 칩, 시뮬레이터, 어플리케이션 등을 모두 포함하는 풀스택(Full-stack) 양자 컴퓨팅 시스템 개발을 목표¹⁸³⁾
- '실리콘 스핀 큐비트 장치'를 제조하여, 양자 칩 제작에서 높은 품질과 수율을 달성할 수 있는 칩 플랫폼 개발에 주력('22.10)¹⁸⁴⁾
- 개발자 대상 시뮬레이션용 SW 개발키트 '인텔 퀀텀 SDK 1.0' 출시('23.2)¹⁸⁵⁾
 - * 인텔의 양자HW와 연동하여 양자 알고리즘 및 어플리케이션을 프로그래밍 가능

▶ IonQ

- 양자컴퓨터를 구축하고, 구글, MS, 아마존을 통해 양자컴퓨팅 클라우드 서비스 제공¹⁸⁶⁾¹⁸⁷⁾¹⁸⁸⁾
 - * 상장된 최초의 순수 양자컴퓨터 회사 ('21년 10월 뉴욕증권 거래소에 상장)¹⁸⁹⁾
- 자사의 '아리아'(Aria, 20큐비트 수준)를 동종산업 내 가장 강력한 양자컴퓨터로 발표('22.2)¹⁹⁰⁾¹⁹¹⁾
 - * 많은 수의 큐비트가 아닌, 많은 수의 고성능 큐비트를 강조
- 현대자동차와 협력하여, 전기자동차용 배터리 개발 연구를 가속화할 프로젝트 시작('23), 과기부와 함께 한국의 연구자 대상으로 교육훈련 프로그램 발굴·운영 등 추진('23.6~)¹⁹²⁾

▶ Quantum Xchange

- 양자 안전·암호화 관리 플랫폼 'Phio TX'을 제공하는 양자암호통신 기업¹⁹³⁾
- IDQ와 협력하여 미국 동부 해안 약 800km에 양자암호 통신 구상 ('18.10)¹⁹⁴⁾¹⁹⁵⁾

② EU

▶ BT (British Telecom)

- 영국 최대 통신기업으로, 양자시스템, 양자보안네트워크 등 차세대 양자암호 통신을 위한 광범위한 R&D 추진 중
 - * 도시바와 함께 세계 최초의 상업용 양자보안 메트로 네트워크 구축 및 시험 운영 (QKD 기반) 추진('22.4)¹⁹⁶⁾
 - * 영국 스타트업 Arqit과 협력해, 양자암호키(QKD) 기반 위성 발사를 추진하는 등 지상 QKD 네트워크 구축 추진¹⁹⁷⁾

▶ PASQAL

- 프랑스의 양자 스타트업으로, 고급양자 시뮬레이터를 구축하고 기초과학에서 산업까지 복잡한 문제를 해결하는 양자 프로세서를 개발하고 있음¹⁹⁸⁾¹⁹⁹⁾
- BMW그룹과 자동차 제조공정(금속 성형 응용 모델링)에 양자컴퓨터 기술의 적용가능성을 분석 추진 ('22.5)²⁰⁰⁾

③ 일본

▶ 도시바²⁰¹⁾

- 세계최초로 양자암호통신의 광 반도체 칩화* 성공('21.10)
 - * 대형 플랜트간의 데이터 송수신을 통한 공장운영에서 보안을 강화해주며, 통신관련 장비의 소형화, 비용절감 등에도 효과를 가질 수 있음
- 영국 통신사 BT그룹과 런던 주변의 복수 거점을 연결하는 양자암호 통신망 구축 추진('21.10)
 - * 복수거점을 연결하는 세계 최초의 상업용 양자보안 메트로 네트워크 구축

▶ 히타치²⁰²⁾

→ CMOS 반도체 기반의 어닐링(annealing)* 방식 컴퓨터** 개발과 실리콘 기반 게이트형 양자컴퓨터*** 개발을
동시 추진

* 아날로그 방식의 양자컴퓨터 작동원리로 범용 컴퓨팅 도구는 아니나, 특정 종류의 최적화 알고리즘을 개선하는 데 활용가능²⁰³⁾²⁰⁴⁾
** 기존 컴퓨터 성능을 훨씬 능가하면서, 최적화 문제 계산에 특화
*** 처음부터 대규모 양자 큐비트를 개발하는 방식으로 '20년 개발을 시작하여, '27년 실험적 클라우드 서비스 실시를 목표로 함

④  중국

▶ 알리바바²⁰⁵⁾

→ 중국 내 기업 중 가장 먼저 양자컴퓨터 개발 추진, '15년 중국과학원(CAS)과 'CAS-알리바바 양자컴퓨터 연구소'
설립

* 양자암호통신을 이용해 알리바바 이커머스 및 데이터센터를 보호하는 기술과 양자컴퓨터 기술 등을 공동개발 추진

→ 다모 아카데미를 설립하고, 초전도 양자 칩과 양자컴퓨팅 시스템 연구개발 추진 발표('17.10) 및 양자
시뮬리이터 '타이장' 발표('18) 등

▶ 바이두²⁰⁶⁾²⁰⁷⁾

→ 자사 제 1호 양자컴퓨터 '첸스*' 및 세계 최초 양자 SW·HW 일체화 솔루션 '량시**' 공개('22.8)

* 10큐비트 수준의 산업용 초전도 양자컴퓨터
** 모바일 앱, PC, 클라우드 등 모든 플랫폼을 통해 접근 가능하여, 양자컴퓨터 사용의 편의성을 향상시킴

⑤  캐나다

▶ D-Wave Systems

→ 양자컴퓨터 어닐링(annealing) 전문 기업으로, 세계 최초의 상업용 양자컴퓨터 '디웨이브 원' 출시('11)²⁰⁸⁾

→ 500큐비트 이상의 6세대 프로토타입 '어드벤처지2' 발표('22.6)²⁰⁹⁾

* 추후 7000큐비트 이상 6세대 어드벤처지2 공개예정 ('23-'24)

▶ Xanadu

→ 세계에서 3번째(구글, 중국 USTC)로 양자 우위를 달성한 양자 컴퓨팅 HW 스타트업

* 한국과학기술연구원과 광기반 양자컴퓨팅 HW 개발 등에 MOU 체결('23.1)²¹⁰⁾
* 포스바겐과 배터리 재료 시뮬레이션을 위한 양자 알고리즘 개선 연구('22.10)²¹¹⁾

→ 216 압착상태 큐비트 광자 프로세서 보레알리스(Borealis)를 Xanadu Cloud에서 사용할 수 있도록
출시('22.6)²¹²⁾

▶ 국내 주요기업 동향

▶ SK텔레콤

→ 통신 3사 중 최초로 양자암호통신 시장에 진입했으며, 전국을 넘어 글로벌 생태계 확대에 노력하고 있음²¹³⁾

* 양자기술을 Next Big-tech로 선정, 양자암호통신 선도기업 도약은 물론 양자센싱 분야 확대까지 R&D와 사업개발을 진행 중²¹⁴⁾

→ 양자키 분배(QKD), 양자난수생성기(QRNG), 양자내성암호(PQC) 등 양자정보기술 전반에 걸쳐 꾸준한
기술개발 진행중²¹⁵⁾

→ 국내 강소기업들과의 지속적인 협력, 국제 표준화 주도 등을 통해 미래 양자기술 선도와 생태계 확장 추진

- ('11) 양자기술연구소를 설립하고, 국내기업 중 가장 먼저 양자연구를 본격화²¹⁶⁾
- ('16) 세계 최초 QKD를 상용 LTE망에 적용(세종시와 SKT 대전사옥 사이의 유선구간)
- ('17) 세계에서 가장 작은 크기(5×5mm) QRNG칩 시제품 개발²¹⁷⁾
- ('18) 스위스 IDQ社(양자암호통신 매출액 등 세계 1위, 중국제외) 인수, 사업고도화²¹⁸⁾
- ('20) 세계최초 모바일용 QRNG 칩(2.5×2.5mm) 상용화, '갤럭시 A 퀀텀' 적용²¹⁹⁾
- ('21) 자체개발 QKD기반 네트워크 통합관리 규격을 ETSI(유럽전기통신표준화기구)에서 국제표준으로 인정받음²²⁰⁾
- ('22) SKB 컨소시엄은 세계 최초 국가 기간통신망에 양자암호기술 적용하는데 성공(국내 최장 800km)²²¹⁾
- ('22) 정부주관 디지털 뉴딜 사업을 통해 SKB 컨소시엄(SK텔레콤, SK브로드밴드, 유알정보기술 등)은 총 17개의 공공·의료·산업 분야에 양자암호통신 시범 인프라 구축 및 운영 성과 발표²²²⁾
- ('22) 양자기반 가스센싱 시스템을 보령 LNG 터미널에 설치·적용하여, 국내최초 현장실증 추진²²³⁾
- ('23) ORNG 칩과 암호통신기능의 반도체를 통합 제공하는 초경량, 저전력 '양자암호원칩(Quantum Crypto Chip)' 출시(MWC 2023 첫공개)²²⁴⁾
- ('23) 각기 다른 제조사·이통사·국가 간의 양자암호통신망을 하나의 통합망으로 가상화해 양자키를 제공가능한 자동제어·운용 기술 개발(국가시험망인 '코퀀'에서 실증 성공)²²⁵⁾
- ('23) 엑스케이트社의 VPN 서버에 IDQ社의 ORNG 칩셋을 연동해 양자암호통신 기반 VPN 개발(하반기 상용 서비스 출시 계획)²²⁶⁾

(출처 : 보도자료 기반 KETI 재구성)

▶ KT

→ 양자암호통신 중 양자키 분배(QKD) 기술 중심으로, 공공·국방분야 등의 보안강화를 위한 서비스 개발 및 실증
진행 중²²⁷⁾

→ 국내 순수 기술인 QKD와 독립형 양자암호화 장비 개발을 통해 손쉬운 양자암호통신 적용을 가능케 하는 등
국내기술 중심으로 생태계 창출

→ 중소기업 기술이전을 통해 양자 생태계 조성에 앞장서고 있으며, 한화시스템과 함께 6G 시대의 항공·우주용
양자암호통신 기술개발 등에 도전

- ('17) 양자암호통신 공동연구 시작, ('18) 세계 최초 1:N 양자암호통신 상용 시험망 구축, ('19) 국내 QKD 기술 자체개발 등²²⁸⁾
- ('20) 5G 데이터를 양자암호화한 뒤 전송하는 실증에 성공²²⁹⁾
- ('21) 전남도청과 해군 3함대사령부 양자암호 비화통신* 보안통신망 구축²³⁰⁾
* 전용 단말기인 비화기를 활용해 도청을 방지하는 통신방식으로, 전용단말을 사용하지 않고 구현이 가능
- ('22) 양자암호관련 국내 표준안 최종 채택
(이중 양자키 분배 장치간 상하 운용을 위한 인터페이스 및 관리 모델, 한국정보통신기술협회(TTA))
- ('22) 독자 개발한 양자암호통신 서비스 품질평가 기준이 국제전기통신연합(ITU)로부터 세계 최초 국제표준 승인 안료²³¹⁾²³²⁾
- ('22) QKD기반 양자암호 전용회선 서비스 출시를 통해 공공기관·기업 등에 B2B 상용화 시작²³³⁾
- ('22) 안랩과 함께, 양자암호 기반의 VPN(가상사설망) 기술 상용화²³⁴⁾
- ('22) 구축비용·시간을 절감가능한 양자채널 일원화 장비 시스템 개발 등²³⁵⁾
- ('23) 제주국제대 340m 구간에 무선 양자암호통신 적용²³⁶⁾
* 추후 10km 확대 예정, 군대 전시 및 훈련 상황에서(20~30km 구간) 구현 목표

(출처 : 보도자료 기반 KETI 재구성)

▶ LG유플러스

- 국내 통신사 중 양자암호통신 후발주자이나, 양자내성암호(PQC)* 기술을 중심으로 빠른 기술개발과 실증 추진
* 양자컴퓨터로도 해독에 수조 년이 소요되는 복잡한 수학적 알고리즘을 이용하는 암호화 방식으로 핵심 보안요소에 적용가능하며, 통신·데이터·전자상거래 보안 등에 모두 활용가능한 높은 확장성 보유²³⁷⁾²³⁸⁾
- ** 향후 양자내성암호(PQC) 확장성을 기반으로 차량간 무선통신(V2X), 다양한 모빌리티 IoT 분야에 적용 추진²³⁹⁾
- 별도의 장비없이 SW만으로 구현할 수 있는 PQC기술로 인프라 경쟁을 피해 빠르게 양자암호통신을 안착시키는 전략을 채택²⁴⁰⁾²⁴¹⁾

- ('19) 암호기술 전문기업 크린토크랩과 업무협약을 맺고 PQC 로드맵 구상²⁴²⁾
- ('20) 디지털 뉴딜 일환으로 양자암호통신 시범인프라 구축 및 운영사업 진행
* PQC 전용회선 성능검증, 안면인식 출입보안, 티켓예매 서비스 등 다양한 산업에서 실증추진²⁴³⁾
- ('22) 세계최초 PQC 전용회선 서비스 출시²⁴⁴⁾
- ('22) PQC 시범인프라 구축운영 국책사업 주관기관 선정
(전남도청, 카카오톡과 함께 PQC 인프라 구축 및 3년 운영 등)²⁴⁵⁾
* LG유플러스는 화상회의의 전과정에서 PQC를 적용하여 세계 최고수준의 보안성 구현 추진
- ('22) PQC를 활용한 커넥티드카 사이버보안 기술 고도화를 위한 크린토크랩, LG전자 VS사업부와 업무협약 체결²⁴⁶⁾
- ('22) PQC와 물리적 복제방지 기술(PUF)를 이종으로 적용하여 CCTV 보안을 강화한 'PQC PUF VPN' 하이브리드 기술 세계최초 개발(ICTK홀딩스와 공동개발)²⁴⁷⁾²⁴⁸⁾
- ('23) LG전자와 함께 PQC를 적용한 커넥티드카 보안기술 발표(CES 2023)²⁴⁹⁾
* 전장 AVN(오디오, 비디오, 내비게이션) 적용, 카페이(드라이브 스루 매장)에서 차량 내부 생체인식으로 결제) 서비스 시연 등

(출처 : 보도자료 기반 KETI 재구성)

▶ 큐노바

- '21년 KAIST 교원 창업 프로그램을 통해 설립된 국내 1호 양자 SW 스타트업으로, 신약·신소재 개발 등에 최적화된 연산능력을 제공²⁵⁰⁾²⁵¹⁾
- 양자SW 펄사(Pulsar)*를 개발하고, 자사 양자컴퓨팅 클라우드(Managed Quantum Cloud Platform)를 통해 양자SW 서비스 제공 추진²⁵²⁾
* 물 분자의 전자구조 계산 시, IBM의 Qiskit 대비 6배 빠른 성능 주장²⁵³⁾

▶ EYL

- '15년 설립된 양자난수생성 기술 관련 융합보안 서비스 회사로, '21년 10월 세계최초로 양자난수를 활용한 도청방지(비화기) 솔루션인 '퀀텀 실드 사이퍼(Quantum Shieldz Cipher)' 상용화 달성²⁵⁴⁾²⁵⁵⁾
- 양자난수 기반 비화기*의 대중화를 통해, 글로벌 통신보안 시장 선점 도전
* 원거리 통신 메시지를 암호화하는 등 해독하지 못하게 하는 장치로, EYL은 비화기에 양자난수 원리를 적용하여 데이터 노출에도 해독이 불가능하게(도청 불가) 개발²⁵⁶⁾



1 | (R&D) 既 확보 기술 기반으로 응용안 확보 및 산업화 추진 필요

▶ 정부는 12대 전략기술 중 하나로 양자정보기술을 지정하고, 기초·원천 기술개발*을 적극 추진 중이나,

* (컴퓨터) 산·학·연이 역량을 결집하여 50큐비트('27), 1,000큐비트('31) 양자컴퓨터 개발 추진
(암호통신) 상용화에 가장 근접하여 통신 3사를 위주로 적극 가담, 민관 공동연구 추진
(센서) 세계최고수준의 양자센서 원천기술 개발 및 초기 시장 창출을 위한 양자센서 시제품 개발 추진

▶ 컴퓨팅·통신·센서 등 쏠분야에서 기술선점을 빠르게 진행 중인 해외 선도국 대비 기술격차가 크게 존재

* 최선도국(美) 대비 기술수준 62.5%, 기술격차 4.5년 (KISTEP '20년 기술수준평가)²⁵⁷⁾

▶ 따라서, 원천기술 개발도 중요하나 선도국의 응용기술 개발에 대응해 한국이 강점을 가지는 주력기술 분야에 응용·적용하여 신속하게 상용화 단계로 도약하는 시도 필요

▶ (예) 정부가 기술 격차를 '20년 62.5%에서, '35년까지 85%로 좁히는 것을 목표로 하는 만큼, ICT 기술로 既 선점한 산업분야를 대상으로 고도화된 응용안 도출과 산업화 전략 마련이 필요

* 국내 자체 원천기술 개발과 함께, IBM·구글 등의 양자컴퓨터·클라우드 등을 이용한 알고리즘·SW 기술 역량 강화 병행이 필요

인텔 사례 1

→ 기존 반도체 제조 시설에서 실리콘 스핀 큐비트를 제작하는 데 성공, 첨단 반도체 제조역량을 바탕으로 양자컴퓨팅 개발 가능²⁵⁸⁾

▶ 국내 양자기술은 아직까지 작은 요소 기술단위로 개발되고 있으나, 이를 위해 요소단위를 넘어 시스템적 차원의 연계·호환 기술개발을 추진할 필요

인텔 사례 2

→ 극저온 양자 제어칩 '호스리지'부터 SW개발 도구(SDK)까지 풀스택(full-stack)* 양자컴퓨터 개발 중

* 큐비트(양자데이터), 양자-고전 인터페이스, 제어 및 호스트 프로세서, 양자편웨어(저급 프로그래밍 언어), 양자 고급 프로그래밍 언어 등의 요소 포함

▶ 아울러, 양자컴퓨터의 경우, 기존 아날로그 컴퓨터와 하이브리드* 형태의 활용이 전망되는 만큼, 아날로그 컴퓨터부터 통신·센싱을 위한 양자 소자 개발 등 한국형 양자컴퓨터 개발을 위한 중장기 기술축적 지원이 필요 (KETI 전문가 인터뷰, '23.6)

* (구글) 10만 큐비트 양자컴퓨터를 개발하여, 기존 슈퍼컴퓨터와의 협력을 통해 신약개발·비료생산·배터리 성능 개선 등 다양한 응용분야에서 양자 중심 슈퍼컴퓨팅(quantum-centric supercomputing) 개발 추진 발표²⁵⁹⁾

▶ 또한, 현재 정부가 인력양성*을 적극 추진 중에 있으나, 신속한 응용·산업화를 위해 기존의 물리계·전기·전자 인력 활용과 양자화학, 신약개발 등 응용학문분야에 인력양성도 병행 필요 (KETI 전문가 인터뷰, '23.4~6)

* '35년까지 핵심인력 2,500명, 양자분야 종사인력 10,000명 양성 추진(대한민국 양자과학기술 전략, '23.6)



2 | (국제협력) 글로벌 협력 네트워크를 통한 생태계 확장 필요

▶ 양자정보기술은 기술패권 경쟁시대에 국가안보 및 경제·산업적 우위를 위한 중추적 요소로, 인력양성·인프라 구축·표준화 등을 통한 생태계 확장이 중요하나,

▶ 후발주자인 한국은 선도국 대비, 국내 생태계를 조성 중*인 실정

* 투자 : (美) '19~'23년 최대 12억 달러, (EU) '18~'27년 10억 유로, (캐나다) 연간 1억 달러, (일본) '19년 22억 엔, (한국) '22년 818억 원 (양자정보기술백서, '22.12)²⁶⁰⁾

* 인력양성 : 국내 양자기술 핵심인력(박사) 384명, 전문인력 1,051명으로 향후 11년간('23~'33) 산업계 소요인력(1,821명)에 크게 미흡 (미래양자융합포럼 설문조사, '22.7)²⁶¹⁾

▶ 그간 美·EU 대비 기술경쟁에 뒤처졌던 일본의 경우, 미국과 양자컴퓨터 분야 협력을 지속 추진한 것에 이어,

▶ 최근 64큐비트 양자컴퓨터 1호기 개발에 성공('23.3) 하는 등 강화된 글로벌 가치사슬(협력 관계)을 바탕으로 생태계 확장 중²⁶²⁾

일본 글로벌 협력사례

→ 초창기 일본전신전화의 경우 美 NASA, 미국·호주 주요 대학과 광통신기술 기반의 양자컴퓨터 개발 추진('19.11)²⁶³⁾

→ 양자컴퓨터에 사용되는 차세대 첨단반도체 대량생산을 목표로 미국과 공동연구 착수('22.8)²⁶⁴⁾

* '25년까지 2nm 이하의 차세대 반도체 대량생산으로 파운드리 시장 공략

→ 미·일 산학협력을 통해, 향후 10년 내 10만 큐비트의 양자컴퓨터 공동 개발('23.5)²⁶⁵⁾

* IBM이 시카고대학과 도쿄대학에 10년간 1억 달러, 구글이 5천만 달러 투자²⁶⁶⁾

▶ 한국은 국제협력 투자 규모*(정부) 확대, 양자 다자협의체(2^N vs 2N)** 신규 가입('23.4), 한미 양자기술 협력센터('22.9) 운영 등과 같이 글로벌 협력을 추진 중으로,

* ('19~'22) 130억 원 → ('23~'35) 2,100억 원 (대한민국 양자과학기술 전략, '23.6)

** 양자정보기술 발전을 위해, '22.5월 설립되어 운영 중인 정부간 다자협의체 (미국, 캐나다, 독일, 일본, 한국 등 13개국 참여)²⁶⁷⁾

▶ 일본의 글로벌 협력 전략을 벤치마킹하여, 선도 국가와 공동연구·인력양성·인프라 조성 등 다방면에서 실질적 협력 강화 필요

▶ 이를 통해 산·학·연 집단 연구개발을 강화하여 글로벌 양자네트워크에 적극적으로 참여할 수 있는 기반을 마련하고,

▶ 부족한 인재·자원 확보를 위해 해외 우수연구기관 및 선도 양자기업을 국내에 유치*하는 등 중장기적 관점의 투자 필요

* (예) 과기부는 IBM·성균관대와 함께 양자리더십 프로그램을 진행하고, 'IBM 퀀텀시스템 원'(127큐비트 프로세서 탑재)을 연세대 IBM양자컴퓨팅센터에 구축하여 활용할 예정²⁶⁸⁾

▶ 특히, 최근 미국·EU와 같은 선도국들은 양자표준 개발에 있어 **他국가·기관과의 과학기술 외교를 확장하며, 협력기회를 확대하고 있음**

▶ 미국의 경우, 최초의 '국가표준전략*'에서 동맹국과 파트너십을 생성하고, 기타 글로벌 학술기관 및 기업의 참여를 적극 장려하는 등 협력을 통한 표준화 주도를 예고 (핵심 및 신흥기술에 대한 미 정부 국가 표준전략, '23.5)²⁶⁹⁾

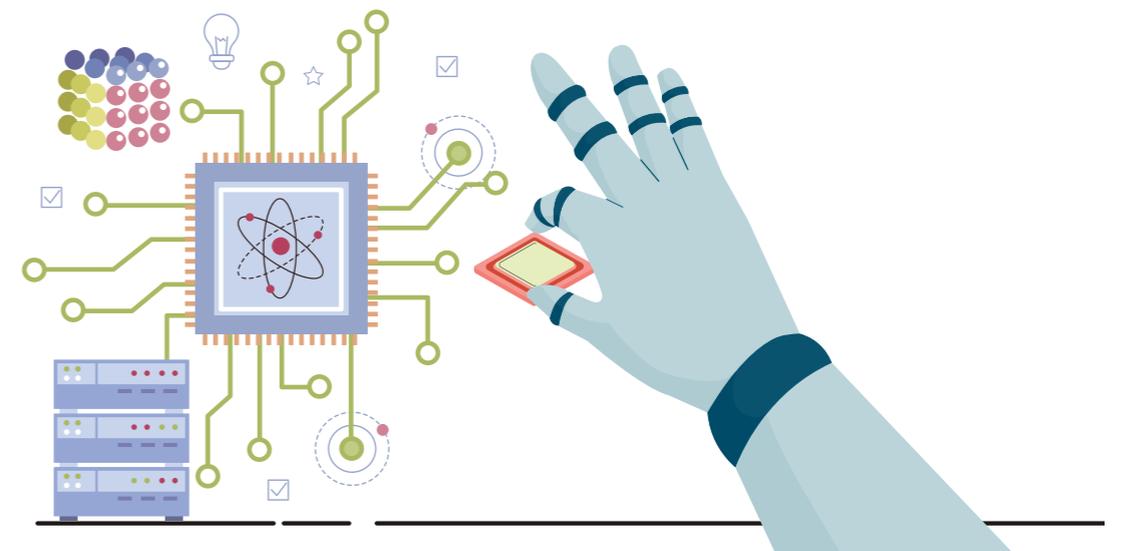
* 초기단계이나, 표준작업이 既진행 중인 양자정보기술을 우선순위로 촉진 예정

▶ 한국도 글로벌 양자표준 개발에 적극 참여*하고, 인력교류를 확대하여, 국내 양자표준을 전세계로 확장해, 글로벌 생태계 확장과 시장 선점을 노릴 필요

* 1) 한국 주도로 양자정보기술에 대한 백서(White Paper) 발간 ('21.10)

2) 한국 주도로* IEC 양자기술 표준화 평가그룹(SEG14)에서 해당 기술위원회 신규 설립을 위한 작업 중 ('22~)

※ 국가기술표준원, KIMM, ETRI, KETI 등



3 | (기업육성) 양자 소부장 기업 육성을 통한 후방산업의 기초체력 확보 필요

▶ 정부는 양자기술 육성을 위해, 관련 미래 소부장 확보를 지원하며 기술자립과 난제해결을 추진하고 있으나,

양자소부장 관련 정책 현황

- 1) 소부장 10대 미래이슈 중 하나로 양자컴퓨팅을 선정하고 기술난제 극복 지원('21.11)²⁷⁰⁾
- 2) 100대 미래소재를 지정하여, 양자컴퓨팅·통신·센서 소재의 선행개발 추진('23.3)²⁷¹⁾
- 3) 공통 필수품목 현황조사, 우선품목 지원 등으로 양자 소부장 기업 육성 추진('23.6)²⁷²⁾

◦ 국내에 양자관련 R&D 수행·검증에 필요한 특수기술(고성능레이저, 진공, 제어, 측정 등)을 다루는 소부장 기업은 부족한 실정 (KETI 전문가 인터뷰, '23.4)

▶ 또한, 통신사를 중심으로 양자암호통신의 주요 소재·부품 국산화를 관련 소부장 기업과 추진 중이나, 해외 의존도*는 여전히 높은 편

* SKT는 자회사인 IDQ와, KT는 우리넷·코위버 등과 함께 양자키분배기(QKD) 연구개발을 수행하고 있으나, QKD 송·수신부 광부품의 대부분은 해외 수입에 의존²⁷³⁾

▶ 따라서, 양자정보기술 구현의 근간이 되는 후방산업과 양자소부장 기술의 안정적 확보*를 목표로, 국내의 경쟁력 있는 중소·중견 소부장 기업을 양자소부장 전문기업으로 육성할 필요²⁷⁴⁾

* 양자통신에서 QKD의 원활한 구현을 위해서는 관련 특성화 부품이 중요(IEC, '21)

◦ 특히, 양자 부품의 경우, 글로벌 전문기업이 부족한 상태이며, 스타트업펀딩이 저조*하지만, 대학·연구기관·회사 등에 대한 판매를 통해 유일하게 수익을 창출하는 부문으로 조사(맥킨지, '22.6)

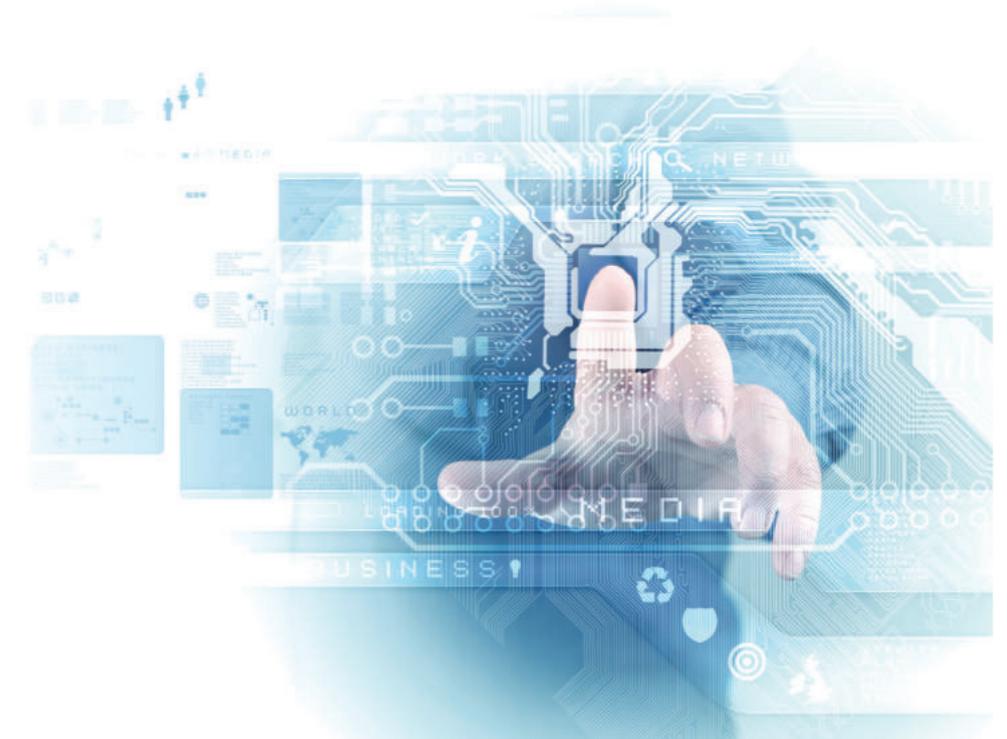
* (양자 스타트업 펀딩 비중, '21) HW(73%) > 시스템SW(14%) > 응용SW(7%) > 부품제조업(4%) > 서비스(2%)

※ 소부장 제조업체는 양자 전용 구성 요소를 개발하는 경우에만 해당되며, 일반 부품 공급업체는 제외

▶ 이를 위해 기존 소부장 기업이 양자소부장 기술을 강화할 수 있도록 성능검증·시험인증 공용 인프라를 전문연·대학 등 공공연구기관에 구축하고, 테스트 베드로 활용*할 필요

* (예) 양자소부장 기술의 안정성, 내결함성 등 성능확보 지원, 양자구현에 필요한 이온칩, 초전도체, 웨이브가이드 등을 쉽고 빠르게 만들 수 있는 인프라 조성 등 (KETI 전문가 인터뷰, '23.6)

◦ 또한, 국내 양자 소부장 기업의 기술을 사용하는 경우 조건부로 연구과제 및 개발주체에 개발비를 매칭하는 등 기업육성을 위한 보조금 지원 필요 (KETI 전문가 인터뷰, '23.4)



- 1) 산업부(22.06.06), 첨단 양자기술 국제표준화 우리나라가 주도한다.
- 2) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)
- 3) 과기부(21.04.30), 양자 기술 연구개발 투자전략
- 4) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)
- 5) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서
- 6) National science and technology council (22.02), Critical and emerging technologies list update
- 7) S&T(18.10.29), 퀀텀 플래그십 프로그램 투자 확대, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000035008&menuNo=200004&pageIndex=4>
- 8) KISTEP(22.07.05), KISTEP 브리프 양자정보기술
- 9) IEC(21.11), Quantum information technology_white paper
- 10) Inside Quantum Technology(19.4.22), IQT's 'Post-Quantum Cryptography Market & Technology Forecast' Identifies Opportunities , <https://www.insidequantumtechnology.com/news-archive/iqts-post-quantum-cryptography-market-technology-forecast-identifies-opportunities/>
- 11) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper) 편집 및 재정리
- 12) 조원경(22.01.19), 앞으로 10년 빅테크 수업, 미래를 바꿀 4가지 메가테크
- 13) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)
- 14) KOTRA(20.02.25) 미래사회의 게임 체인저 '양자 컴퓨터', https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=180295
- 15) KOTRA(20.02.25) 미래사회의 게임 체인저 '양자 컴퓨터', https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=180295
- 16) KB금융지주(23.01), 양자컴퓨터의 발전과 보안 암호에의 영향
- 17) KISTEP(23.03.09), 수요포럼 "양자컴퓨터 연구개발과 혁신전략" 중 김재완 고등과학원 부원장님 발표내용 발제인용
- 18) S&T GPS(글로벌 과학기술정책정보 서비스), 주요동향 中 가트너, MIT 정리자료 종합하여 참고
- 19) KISTEP(22.02.24), 2022년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구
- 20) 보건산업혁신창업센터(20.12.02), 2020년 10대 미래유망기술 선정
- 21) 한국과학기술정보연구원(22.3.30), KISTI 2021 성과사례집
- 22) 머니투데이(21.2.3), KISTI, 분당서울대병원과 '보건의료 빅데이터 동형암호기술 실용화' 속도 (<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2021020309473661530>)
- 23) 매일경제(21.9.14), AI·양자기술·신재생에너지...세계 방산업계는 '新무기' 장착중 (<https://www.mk.co.kr/news/economy/view/2021/09/888006/>)
- 24) 투데이에너지(21.11.15), 남부발전, 공공기관 최초 양자보안기술 도입 (<http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=242622>)
- 25) Toshiba(2022.4.27.), BT and Toshiba launch first commercial trial of quantum secured communication services (<https://www.global.toshiba/www/news/corporate/2022/04/news-20220427-01.html>)
- 26) Gartner(19.04.18), The CIO's Guide to Quantum Computing, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-cios-guide-to-quantum-computing>
- 27) S&T GPS(20.10.15), 미국, 핵심 유망 기술 국가 전략 제시
- 28) National science and technology council (22.02), Critical and emerging technologies list update
- 29) 과기부(22.10.27), 12대 국가전략기술, 대한민국 기술주권 책임진다
- 30) KISTEP(21.09.06), 양자통신의 미래, 양자암호에서 양자인터넷으로
- 31) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다
- 32) Capgemini(22.03), Quantum technologies: How to prepare your organization for a quantum advantage now, p.13
- 33) Capgemini(22.03), Quantum technologies: How to prepare your organization for a quantum advantage now, p.15
- 34) Capgemini(22.03), Quantum technologies: How to prepare your organization for a quantum advantage now, p.15
- 35) KISTEP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW)
- 36) KISTEP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW)
- 37) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다
- 38) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다
- 39) KISTEP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW)
- 40) KISTI(20.03.18), 양자컴퓨터 R&D 전략(KISTI 정책총서)
- 41) KISTI(22.07.11), 미래 산업의 게임 체인저, 양자정보과학기술(QIST) : 양자 2.0의 시대
- 42) 국가나노기술센터, 나노기술이란? (23.04.04 접근), https://www.nnpc.re.kr/bbs/board.php?bo_table=02_01_02&wr_id=70&sca=%EB%82%98%EB%85%B8%EC%A0%84%EC%9E%90
- 43) 조원경(22.01.19), 앞으로 10년 빅테크 수업, 미래를 바꿀 4가지 메가테크
- 44) 과기부(20.12.28), ICT원천연구개발사업 2021년도 시행계획(안)
- 45) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)
- 46) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)
- 47) IITP(23.02.14), ICT. 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서
- 48) 아이뉴스24('23.01.06), "걸음마 단계' 양자컴퓨팅...'퀀텀 점프' 위해 클라우드로 쓴다", <https://www.inews24.com/view/155626>, ZDNET(22.07.26), 구글, 양자 프로그래밍 프레임워크 '썬크' 1.0버전 공개, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220726114430>, 인공지능신문(22.05.13), 이제, 미래의 하이브리드 양자 컴퓨터 구축을 시작할 시간...엔비디아, 퀀텀 컴퓨팅의 여정, <https://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=25174>
- 49) IITP(23.03.29), 주간기술동향 - 양자컴퓨터의 시뮬레이션기술과 응용에 관한 연구동향
- 50) 아주경제(22.1.17), 1만년 걸릴 연산을 200초에, 슈퍼컴 넘는 '양자컴' 도래(<https://www.ajunews.com/view/20220116112607435>)
- 51) 연합뉴스(22.9.22), 구글엔지니어 "2030년엔 양자컴 도움받아 클린에너지-신약개발" (<https://www.yna.co.kr/view/AKR20220922005700091>)
- 52) 인공지능신문(22.5.13) 양자 컴퓨팅 실용화 시대 도래한다!...IBM, 4000큐비트 이상의 양자 시스템 계획 발표, <http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=25021>
- 53) 전자신문(22.11.10), 슈퍼컴 뛰어넘는 양자컴퓨터, IBM 433큐비트 '오스프리' 공개, <https://www.etnews.com/20221110000001>
- 54) MIT Technology Review(23.06.01), 10만 큐비트 양자컴퓨터를 탄생시키려는 IBM, <https://www.technologyreview.kr/ibm-wants-to-build-a-100000-qubit-quantum-computer/>
- 55) The science monitor(22.9.16), 디-웨이브, 대규모 어닐링 양자 프로세서 시연, <http://scimonitors.com/%EB%94%94-%EC%9B%A8%EC%9D%B4%EB%B8%8C-%EB%8C%80%EA%B7%9C%EB%AA%A8-%EC%96%91%EC%9E%90-%EC%96%B4%EB%8B%90%EB%A7%81-%ED%94%84%EB%A1%9C%EC%84%B8%EC%84%9C-%EC%8B%9C%EC%97%B0/>
- 56) The GURU(22.8.9), 캐나다 양자컴퓨터 기업 '디웨이브', 美 증시 스팩 상장...첫날 15% 강세, <https://theguru.co.kr/mobile/article.html?no=40004>
- 57) D-WAVE (22.6.16), Ahead of the Game: D-Wave Delivers Prototype of Next-Generation Advantage2 Annealing Quantum Computer, <https://www.dwavesys.com/company/newsroom/press-release/ahead-of-the-game-d-wave-delivers-prototype-of-next-generation-advantage2-annealing-quantum-computer/>
- 58) 연합뉴스(21.10.27), 중국, 66큐비트 초전도 양자 컴퓨터 개발 (<https://www.yna.co.kr/view/AKR20211027092900083>)
- 59) 과기부(22.6.9) 하나된 산학연, 양자기술 강국 대한민국 이끈다, IITP(23.03.29), 주간기술동향 - 양자컴퓨터의 시뮬레이션기술과 응용에 관한 연구동향
- 60) 한국연구재단, 양자컴퓨팅연구인프라구축사업 (23.4.4 접근), https://www.nrf.re.kr/biz/info/info/view?menu_no=378&biz_no=539

61) TheScienceTimes(22.06.10), “한국도 50큐비트 양자컴퓨터 만든다”...정부·산학연 총결집(종합), <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%ED%95%9C%EA%B5%AD%EB%8F%84-50%ED%81%90%EB%B9%84%ED%8A%B8-%EC%96%91%EC%9E%90%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%84%B0-%EB%A7%8C%EB%93%A0%EB%8B%A4%EC%A0%95%EB%B6%80%C2%B7%EC%82%B0%ED%95%99%EC%97%B0/>

62) ZDNet Korea(22.6.9), 50큐비트 양자컴퓨터·양자인터넷 개발 나선다, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220609135705>
지디넷 코리아(23.3.31), 일본, 첫 자체 제작 양자컴퓨터 공개, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20230330235257>

63) 과기부(22.10.27), 12대 국가전략기술, 대한민국 기술주권 책임진다
과기부(23.06.27), 2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로! (대한민국 양자과학기술 전략)

64) 한국표준연구원(22.03), 미래의 컴퓨터는 양자컴퓨터

65) 한국과학기술한림원(22.02.14), 발표자료 모음_양자컴퓨터의 전망과 도전 (한양대 물리학과 이진형 교수)

66) 한국표준연구원(22.03), 미래의 컴퓨터는 양자컴퓨터

67) 한국과학기술한림원(22.02.14)_발표자료 모음_양자컴퓨터의 전망과 도전 (한양대 물리학과 이진형 교수)

68) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)

69) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서

70) KISTEP(22.07.05), KISTEP 브리프 양자정보기술

71) 조선경제(22.06.19), 10년쯤 후의 양자컴퓨터 기술, 가상화폐도 훔칠 수 있을 것

72) 전기신문(22.01.06), 통신 3사, 불붙은 ‘양자보안’ 기술력 경쟁, <https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=228371>

73) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (P.167)

74) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (P.167)

75) IITP(23.02.14), ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

76) 디지털데일리(22.4.20), SKT, 양자보안폰 ‘갤럭시 퀴텟3’ 출시...61만원대, http://m.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=235931

77) 서울경제(22.8.30), 양자암호 글로벌 1위 IDQ...“SKT와 세계 첫 ‘양자 구독’서비스 내년 출시”, <https://www.seaily.com/NewsView/269ZYRWMH1>

78) QuantumXchange, 공식홈페이지 (23.06.15 접근), <https://quantumxc.com/blog/quantum-communications-real-world-applications/>

79) QunatumXchange(18.03), Quantum Xchange: How Does It Work? technical white paper

80) ETRI(2019.04), 양자정보통신기술 현황과 전망

81) IEEE communication society (22.10.7), AT&T will be “quantum ready” by the year 2025: New fiber network launched in Indiana, <https://techblog.comsoc.org/2022/10/07/att-will-be-quantum-ready-by-the-year-2025-but-may-not-be-fully-quantum-secured/>

82) IITP(23.02.14), ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

83) 과기부(22.6.9), 하나된 산학연, 양자기술 강국 대한민국 이끈다

84) ZDNET(22.6.14), 통신 3사, 양자암호통신 분야 선점 경쟁 치열, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220613135512>, NIA(22.01), 양자 인터넷의 이해

85) 과기부(23.06.27), 2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로! (대한민국 양자과학기술 전략)

86) ZDNET(22.6.14), 통신 3사, 양자암호통신 분야 선점 경쟁 치열, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220613135512>

87) 한국경제(22.6.8), SK브로드밴드, 국가기밀·개인정보 양자암호로 보호한다 (<https://news.nate.com/view/20220608n14042>)

88) 전기신문(22.1.27), 통신 3사, 불붙은 ‘양자보안’ 기술력 경쟁 (<https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=228371>)

89) 전기신문(22.1.27), 통신 3사, 불붙은 ‘양자보안’ 기술력 경쟁 (<https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=228371>)

90) 서울파이낸스(22.4.21), LGU+, 세계 최초 ‘양자내성암호’ 전용회선 서비스 출시 (<https://www.seoulfn.com/news/articleView.html?idxno=453060>)

91) KISTEP(21.09.06), 양자통신의 미래, 양자암호에서 양자인터넷으로

92) 정보통신신문(22.11.22), 통신3사, 양자암호통신 기술 전쟁 ‘치열’, <https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=106053>

93) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.167)

94) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서

95) IITP(20.08.19), 양자 센서 연구 동향 및 활용 전망

96) 대학지성 In&Out(21.12.13), <https://www.unipress.co.kr/news/articleView.html?idxno=5070>

97) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서

98) 머니투데이(‘22.11.13), “참고할 논문도 없었다”...美도 감추던 ‘양자센서’ 독자개발 성공기, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022111117452151074>

99) IITP(23.02.14), ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

100) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.32)

101) KISTEP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW), IITP(23.02.14), ICT. 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서)

102) 과기부(23.06.27), 2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로! (대한민국 양자과학기술 전략)

103) 한국표준과학연구원(22.3.31), 다이아몬드 양자센서로 자기장과 온도의 변화 동시에 감지한다 https://www.kriss.re.kr/gallery.es?mid=a10505000000&bid=0018&list_no=4205&act=view

104) 머니투데이(‘22.11.13), “참고할 논문도 없었다”...美도 감추던 ‘양자센서’ 독자개발 성공기 (ADD 임신헌 박사 인터뷰), <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022111117452151074>

105) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다

106) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다

107) 특허청(21.04.01), 양자정보 기술의 시대가 오고 있다

108) IITP(20.08.19), 양자 센서 연구 동향 및 활용 전망

109) KIST(21.9.16), “고전 센서의 측정 한계 뛰어넘는 양자센서 구현”

110) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.251)

111) 한경(22.12.07), 100조원 규모...양자컴퓨터 시대 ‘성큼’, <https://www.hankyung.com/it/article/202202168557i>

112) 조선일보(22.10.29), 12대 전략기술, 美·중과 ‘글로벌 주도권 경쟁’, <https://www.chosun.com/economy/science/2022/10/29/67NPZOXMWBGMRMSMEFK4XLTBT4/>

113) 과기부(2021.4.30.), 양자기술 연구개발 투자전략 수립

114) 과기부(2021.4.30.), 양자기술 연구개발 투자전략 수립

115) KISTEP(22.7.5), 기술동향브리프, 양자정보기술

116) IITP(22.7.6), 주요국의 양자기술 개발과 투자 전략, 전략기술 분야와 중점 R&D를 중심으로

117) IITP(22.7.6), 주요국의 양자기술 개발과 투자 전략, 전략기술 분야와 중점 R&D를 중심으로

118) S&T GPS(18.9.28), 해외단신, 양자 경제 발전 컨소시움 발족

119) SMARTTODAY(22.7.1), 산학연 역량 결집 양자산업 “퀀텀점프” 추구 <https://www.smarttoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=23687>

120) 백악관(23.3), United states government national standards strategy for critical and emerging technology

121) 경향신문(23.5.5), 미국 첫 ‘표준전략’ 발표...‘중국 굴기’ 견제 강화 <https://m.khan.co.kr/it-general/article/202305052048005#c2b>

122) The science time(2019.10.22.), “양자기술로 미래 먹거리 선점”...EU, 양자 프로젝트 추진, <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EC%96%91%EC%9E%90%EA%B8%B0%EC%88%A0%EB%A1%9C-%EB%AF%B8%EB%9E%98-%EB%A8%B9%EA%B1%B0%EB%A6%AC-%EC%84%A0%EC%A0%90eu-%EC%96%91%EC%9E%90-%ED%94%84%EB%A1%9C%EC%A0%9D%ED%8A%B8-%EC%B6%94/>

123) S&T(18.10.29), 20개 프로젝트로 양자 플래그쉽 프로그램 출범, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000035112&menuNo=200043>

124) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서

125) IITP(21.11.11), EU 2030년 디지털 중장기 전략- 2030 디지털 컴퍼스(2030 Digital Compass)

126) 유럽전기표준화 위원회(23.03), Standardization Roadmap on Quantum Technologies written by the CEN-CENELEC Focus Group on Quantum Technologies (FGQT)

127) 무역협회(22.02.03), EU 기술표준분야 영향력강화 전략 발표

128) IITP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW)

129) KOTRA(2021.06.08.) 미래 양자기술 경쟁을 준비하는 일본, https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=410&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=242&bbsSn=242&pNttSn=188991

130) 서울대 해동일본기술정보센터(21.09.01), 양자기술의 산업응용가속-도시바와 도요타 등 24개사 협의회 설립, https://hjt.c.snu.ac.kr/board/news_summary/view/8686

131) 이투데이(21.05.05), 일본, 양자기술 민관 공동 연구 나서...50개사 참여 협의회 출범, <https://www.etoday.co.kr/news/view/2022964>

132) 조선비즈(21.06.01), "양자기술은 美中에 양보 못해"...도요타 도시바 등 11개 대기업 뭉쳤다, https://biz.chosun.com/international/international_economy/2021/06/01/XT6GOUCBYJCXPIOWBCNS2J6VFA/

133) 한국경제(2021.05.05.), "양자기술 패권 선점하자"...日정부-기업 50곳 뭉쳤다, <https://www.hankyung.com/international/article/2021050512971>

134) 아주경제(2021.05.06.), [일본 양자기술] 정부 주도 합의체 출범...실제 기술 적용에 박차 가할 듯, <https://www.ajunews.com/view/20210505172129113>

135) S&T GAS(22.04.14), 일본 양자미래사회비전(안) 발표, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000046225&menuNo=200004&searchCate=&searchNate=&searchSubj=&sdate=&edate=&searchCnd=1&searchWrd=%EB%AF%B8%EB%9E%98&pageUnit=10&pageIndex=1>

136) S&T GPS(23.04.14), 일본, 양자 미래 산업 창출 전략(안) 발표, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000050756&menuNo=200004&searchSubj=03&pageUnit=10&pageIndex=1>

137) 과학기술인재정책플랫폼(23.04.20), <양자미래산업창출전략(안)> 발표, https://hrstpolicy.re.kr/kistep/kr/board/BoardDetail.html?board_seq=53476&board_class=BOARD03&rootId=2006000&menuId=2006101

138) S&T GPS(20.10.17), 중국, 양자과학기술 발전전략 강화, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000040594&menuNo=200004&pageIndex=1>

139) ITP(22.07.06), 주요국의 양자기술 개발과 투자 전략, 전략기술 분야와 중점 R&D를 중심으로

140) S&T GPS(20.10.17), 중국, 양자과학기술 발전전략 강화

141) 아주경제(2021.5.6.), [일본 양자기술] 정부 주도 합의체 출범...실제 기술 적용에 박차 가할 듯, <https://www.ajunews.com/view/20210505172129113>

142) 과기부(23.4.27), 한미 정상회담, 양자(Quantum) 과학기술 선도국가 도약의 발판 마련

143) 산업부(22.06.07), 첨단양자기술 국제표준화 우리나라가 주도한다.

144) 과기부(22.07.18), 한국 제안 5세대(5G), 클라우드컴퓨팅, 양자암호통신기술 관련 국제전기통신연합 국제표준(안) 5건 채택

145) 산업부(23.2.13), 우리나라 주도로 양자기술 표준화 기술위원회 설립 논의

146) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

147) IEC(21.11), Quantum information technology_white paper

148) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서

149) McKinsey Digital(2023.04.24), Quantum technology sees record investments, progress on talent gap, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/quantum-technology-sees-record-investments-progress-on-talent-gap#/>

150) McKinsey Digital(2023.04.24), Quantum technology sees record investments, progress on talent gap, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/quantum-technology-sees-record-investments-progress-on-talent-gap#/>

151) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

152) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

153) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)

154) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

155) IEC(21.11), Quantum information technology_white paper

156) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

157) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper)

158) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

159) MRS(22.7), Global Quantum Technology Market Analysis, 2022 - 2028

160) Capgemini(22.03), Quantum technologies: How to prepare your organization for a quantum advantage now (P,13)

161) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

162) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

163) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

164) IITP(20.12.06), 2020년도 ICT RnD 기술로드맵 2025 보고서 (ETRI 기술정책연구본부 분석, '20.6)

165) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.23~p.39)

166) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

167) IITP(20.12.06), 2020년도 ICT RnD 기술로드맵 2025 보고서 (ETRI 기술정책연구본부 분석, '20.6)

168) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.23~p.39)

169) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

170) IITP(20.12.06), 2020년도 ICT RnD 기술로드맵 2025 보고서 (ETRI 기술정책연구본부 분석, '20.6)

171) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서 (p.23~p.39)

172) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

173) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

174) MRS(22.07), South Korea Quantum Technology Market Analysis, 2022-2028

175) 전자신문(22.11.10), 슈퍼컴 뛰어넘는 양자컴퓨터, IBM 433큐비트 '오스프리' 공개 <https://www.etnews.com/20221110000001>

176) ITWORLD(22.05.13), IBM, 양자 컴퓨터 실용화 로드맵 공개 "2025년 4,000큐비트 양자 시스템 개발", <https://www.itworld.co.kr/news/236294#csidxde6993e9b10985c9d4fe16c089a4599>

177) MIT Technology Review(23.06.01), 10만 큐비트 양자컴퓨터를 탄생시키려는 IBM, <https://www.technologyreview.kr/ibm-wants-to-build-a-100000-qubit-quantum-computer/>

178) IBM, 공식홈페이지, <https://www.ibm.com/kr-ko/topics/quantum-computing>

179) T조선(23.05.15), IBM, 양자 컴퓨팅 시대 대비한 양자 보안 기술 '퀀텀 셰이프' 발표, (23.01.16 접근), https://it.chosun.com/site/data/html_dir/2023/05/15/2023051501109.html

디지털타임스(23.06.27), IBM, 과기정통부와 '양자 리더십 프로그램' 발표 http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2023062702109931081009

180) TechM(21.9.23), "'10년 후 양자컴퓨터 상용화 가능"...구글, 양자컴퓨터 '시커모어' 실물 공개" <https://www.techm.kr/news/articleView.html?idxno=88736>

181) 연합뉴스(23.2.23), 구글 '양자컴퓨터 오류정정코드' 성공..."상용화 6단계 중 2단계"

182) MIT Technology Review(23.06.01), 10만 큐비트 양자컴퓨터를 탄생시키려는 IBM, <https://www.technologyreview.kr/ibm-wants-to-build-a-100000-qubit-quantum-computer/>

183) 사이언스모니터(22.04.25), 인텔 폴스택 양자컴퓨터 개발 주요 전략, (23.01.17 접근), <http://scimonitors.com/%EC%9D%B8%ED%85%94-%ED%92%80%EC%8A%A4%ED%85%8D-%EC%96%91%EC%9E%90%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%84%B0-%EA%B0%9C%EB%B0%9C-%EC%A3%BC%EC%9A%94-%EC%A0%84%EB%9E%B5/>

184) 인텔(22.10.06), 인텔, "양자 컴퓨터 칩의 대량 생산에 중대한 진전 있었다", <http://www.fortunekorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=24135>

185) IBM 뉴스룸(23.3.3), <https://www.intel.co.kr/content/www/kr/ko/newsroom/news/intel-releases-quantum-sdk.html>

186) IonQ, 공식홈페이지,(23.01.17 접근), <https://ionq.com/company>

187) Microsoft, (23.05.24 접근), <https://learn.microsoft.com/ko-kr/azure/quantum/provider-ionq>

188) KISTEP(22.07.05), KISTEP 브리프_양자정보기술

189) Businesswire(21.10.1), IonQ Becomes First Publicly Traded, Pure-Play Quantum Computing Company; Closes Business Combination with dMY Technology Group III, <https://www.businesswire.com/news/home/20211001005358/en/IonQ-Becomes-First-Publicly-Traded-Pure-Play-Quantum-Computing-Company-Closes-Business-Combination-with-dMY-Technology-Group-III>

190) IonQ, 공식홈페이지, (23.01.17 접근), <https://ionq.com/news/february-23-2022-ionq-aria-further-furthers-lead>

191) IonQ, 공식홈페이지(23.3.1), IonQ Aria: Practical Performance, <https://ionq.com/resources/ionq-aria-practical-performance>

192) IonQ, 공식홈페이지(23.3.1), IonQ Aria: Practical Performance, <https://ionq.com/resources/ionq-aria-practical-performance>, 과기부(23.06.27), 2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로! (대한민국 양자과학기술 전략)

193) QuantumXchange 홈페이지, (23.5.24 접근), <https://quantumxc.com/phio-tx/>

194) TechCrunch+(18.10.25), New plans aim to deploy the first US quantum network from Boston to Washington, DC, <https://techcrunch.com/2018/10/25/new-plans-aim-to-deploy-the-first-u-s-quantum-network-from-boston-to-washington-dc/>

195) 인공지능신문(19.10.21), SK텔레콤, 미국에 이어 유럽 '양자암호통신' 사업 수주...글로벌 5G 보안기업으로, <https://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=14497>

196) Toshiba(2022.4.27.), BT and Toshiba launch first commercial trial of quantum secured communication services, <https://www.global.toshiba/www/news/corporate/2022/04/news-20220427-01.html>

197) Quantum communications Hub 홈페이지, <https://www.quantumcommshub.net/industry-government-media/collaboration-opportunities/case-studies/bt/>

198) NIPA 글로벌 ICT 월간동향 리포트, 미국·중국·EU 등 양자컴퓨팅 개발 동향

199) PASQAL 공식 홈페이지 <https://www.pasqal.com/about-us>

200) The science monitor(22.05.12), BMW 자동차 설계 및 제조에 Pasqal 양자 컴퓨팅 도입, <http://scimonitors.com/bmw-%EC%9E%90%EB%8F%99%EC%B0%A8-%EC%84%A4%EA%B3%84-%EB%B0%8F-%EC%A0%9C%EC%A1%B0%EC%97%90-pasqal-%EC%96%91%EC%9E%90-%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%8C%85-%EB%8F%84%EC%9E%85/>

201) 한일경제협회(22.05.19), 일본의 양자기술 전략 방향, http://www.kje.or.kr/index.php/user_info/report_view/0/1285

202) 한일경제협회(22.05.19), 일본의 양자기술 전략 방향, http://www.kje.or.kr/index.php/user_info/report_view/0/1285

203) CIO(22.05.16), D-웨이브, 아마존 브라켓에 양자 어닐링 업데이트 적용, <https://www.ciokorea.com/news/236554#csidxdb8f6e8353504ca43adc0efd854991>

204) 미래에셋(23.02.28), 차원이 다른 컴퓨터가 온다! 양자컴퓨터 전쟁, <https://magazine.securities.miraeasset.com/contents.php?idx=849>

205) ZDNET(18.10.18), 알리바바·화웨이, '양자 컴퓨팅' 금맥 캐나, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20181018084339>

206) 초이스경제(22.08.26), 중국 바이두 "양자 컴퓨터 산업화, 새 이정표 세워", <http://www.choiceneews.co.kr/news/articleView.html?idxno=104497>

207) 뉴시스(22.08.26), [올댓차이나] 中 검색업체 바이두, 양자 컴퓨터 '첸스' 첫 공개, https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20220826_0001992049

208) The Guru(22.08.09), 캐나다 양자컴퓨터 기업 '디웨이브', 美 증시 스팩 상장...첫날 15% 강세, <https://www.theguru.co.kr/mobile/article.html?no=40004>

209) D-WAVE (22.6.16), Ahead of the Game: D-Wave Delivers Prototype of Next-Generation Advantage2 Annealing Quantum Computer, <https://www.dwavesys.com/company/newsroom/press-release/ahead-of-the-game-d-wave-delivers-prototype-of-next-generation-advantage2-annealing-quantum-computer/>

210) 기계신문(23.01.10), KIST, 캐나다 자나두(Xanadu)와 양자컴퓨팅 기술 개발 MOU 체결, <http://www.mtnews.net/m/view.php?idx=15245>

211) 사이언스모니터(22.10.25), 폭스바겐 그룹, 양자 컴퓨터로 차세대 전기차 배터리 설계

212) 사이언스모니터(22.06.02), 제너두 '양자 우위' 입증 양자 컴퓨터 퍼블릭 클라우드 공개, <http://scimonitors.com/%EC%96%91%EC%9E%90-%EC%9A%B0%EC%9C%84-%ED%8D%BC%EB%B8%94%EB%A6%AD-%ED%81%B4%EB%9D%BC%EC%9A%B0%EB%93%9C-%EC%96%91%EC%9E%90-%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%8C%85/>

213) SK텔레콤(22.07.01), SKT, 독심으로 일군 '양자 12년' 양자암호통신 선도기업 자리매김, <https://news.sktelecom.com/179421>

214) SK텔레콤(22.07.01), SKT, 독심으로 일군 '양자 12년' 양자암호통신 선도기업 자리매김, <https://news.sktelecom.com/179421>

215) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서②] "SKT가 걷고, SKT가 정한다", <https://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=582150>

216) SK텔레콤 뉴스룸(21.07.28), [양자 10주년] 황무지 개척해온 SKT 양자 기술 발자취, <https://news.sktelecom.com/135979>

217) 지디넷(17.07.23), SKT, 초소형 양자난수생성 칩셋 개발, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20170723130805>

218) 지디넷(18.02.26), SKT, 세계 1위 양자암호통신 IDQ 인수, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20180226064911>

219) 머니투데이(20.06.11), 세계 첫 양자암호통신의 비밀...손꼽힌 '핵심 칩' 만든 이 회사 (<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020061110200634742>)

220) ITbiznews(21.12.09), SKT 제안 'QKD 통합관리규격', 유럽 산업표준으로 채택, <https://www.itbiznews.com/news/articleView.html?idxno=58308>

221) 중앙일보(22.06.30), [상생 경영] 세계 최초 국가 기간통신망 양자암호기술 적용 성공, <https://www.joongang.co.kr/article/25083204#home>

222) SK텔레콤(22.07.01), SKT, 독심으로 일군 '양자 12년' 양자암호통신 선도기업 자리매김, <https://news.sktelecom.com/179421>

223) SK텔레콤 뉴스룸(22.09.20), SKT, '양자암호통신-양자센싱' 두 날개 단다, <https://news.sktelecom.com/181469>

224) SK텔레콤 뉴스룸(23.02.20), SKT, 차세대 '양자암호원칩' 출시... MWC23서 글로벌 출시표 던진다, <https://news.sktelecom.com/185271>

225) SK텔레콤 뉴스룸(23.04.05), SKT, 세계 최초 제조사 간 양자암호통신망 통합 기술 개발

226) SK텔레콤 뉴스룸(23.05.17), SKT - IDQ - 엑스게이트, 양자암호통신 기반 VPN 선보인다, <https://news.sktelecom.com/195808>

227) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서③] KT, 안정적이고 강하다, <https://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=582152>

228) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서③] KT, 안정적이고 강하다

229) 정보통신신문(20.05.11), KT, 양자 암호 통신 기술 실증 성공 (<https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=78805>)

230) KT Enterprise(21.07.14), 더 이상의 해킹은 불가능하다, '양자암호'

231) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서③] KT, 안정적이고 강하다

232) 지디넷(22.2.23), KT 개발 '양자암호 품질평가 기준' ITU 국제표준으로 승인, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20220223092551>

233) 지디넷(22.07.10), KT, 양자암호 전용회선 서비스 출시...B2B 공략, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20220710091416>

234) KT Enterprise(22.08.23), KT, 안랩과 양자암호 VPN 기술 상용화, https://enterprise.kt.com/bt/P_BT_MR_VW_001.do?bbsTp=H&bbsId=1561

235) 전자신문(22.11.08), KT, 양자암호통신 양자채널 일원화 장비 개발...비용 절감, 통신호출 제고, <https://www.etnews.com/20221107000065>

236) 지디넷(23.1.8), '무선' 양자암호통신 시대 열린다, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20230118095412>

237) LG유플러스 블로그(21.09.29), LG U+, 양자내성암호(PQC) 시대 선도한다, <https://blog.uplus.co.kr/4184>

238) 지디넷(22.04.21), LGU+는 왜 '양자내성암호 전용회선'을 출시했을까, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20220420222806>

239) 전자신문(23.1.6), LG유플러스, 양자기술 적용 커넥티드카 보안기술 공개, <https://www.etnews.com/20230106000235>

240) LG유플러스 블로그(21.09.29), LG U+, 양자내성암호(PQC) 시대 선도한다, <https://blog.uplus.co.kr/4184>

241) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서④] LG유플, 강력한 뒷심

242) 이코노믹리뷰(22.07.19), [양자암호통신 심층 보고서④] LG유플, 강력한 뒷심

243) 지디넷(22.04.21), LGU+는 왜 '양자내성암호 전용회선'을 출시했을까, <https://zdnnet.co.kr/view/?no=20220420222806>

244) LG유플러스(22.07.26), LG유플러스, 세계 최초 양자내성암호 전용회선 서비스 출시, <https://www.lguplus.com/biz/insight/trend/177>



참고문헌

- 245) 한국금융(22.07.01), LG유플러스, 양자암호통신 인프라 구축 국책과제 3년 연속 주관기관 선정, https://www.fntimes.com/html/view.php?ud=202207011110142049645ffc9771_18
- 246) LG유플러스(22.10.12), LG유플러스-크립토크-양자암호통신, 양자내성암호로 새로운 커넥티드카 사이버보안 체계 만든다, <https://www.lguplus.com/biz/insight/trend/216>
- 247) 전기신문(22.10.20), LG U+, 양자컴퓨터 복제·탈취 동시에 막는 '가상 사설망' 개발...내년 상용화, <https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=310232>
- 248) LG(22.10.20), LG유플러스, 양자내성암호·물리적 복제 방지 기술 동시 적용한 가상 사설망 세계 최초 개발, <https://www.lg.co.kr/media/release/25469>
- 249) 전자신문(23.1.6), LG유플러스, 양자기술 적용 커넥티드카 보안기술 공개, <https://www.etnews.com/20230106000235>
- 250) 큐노바 컴퓨팅(23.1.13 접근), <https://qunovacomputing.com/kor/>
- 251) VentureSquare(21.7.19), 유일함이 무기, 기술 개발로 그리는 더 나은 세상, <https://www.venturesquare.net/833392>
- 252) MTN뉴스(22.11.24), [기업INSIDE] '신약개발 수천억 절감'...양자 SW 벤처 큐노바, <https://news.mtn.co.kr/news-detail/2022112416491193792>
- 253) MTN뉴스(22.11.24), [기업INSIDE] '신약개발 수천억 절감'...양자 SW 벤처 큐노바, <https://news.mtn.co.kr/news-detail/2022112416491193792>
- 254) 전자신문(21.10.17), 이와이엘, 양자난수로 '스마트폰 도청' 막는다, <https://www.etnews.com/20211015000144#>
- 255) EYL, 공식홈페이지, (23.1.13 접근), <https://www.eylpartners.com/kor/about>
- 256) 전자신문(21.10.17), 이와이엘, 양자난수로 '스마트폰 도청' 막는다, <https://www.etnews.com/20211015000144#>
- 257) KISTEP(21.04.14), 2020년 기술수준평가 (부록11, ICT/SW)
- 258) TechWorld(22.4.15), 인텔, 반도체 공장에서 큐비트 제작 성공...반도체로 양자컴퓨터 양산 가능성 제시, <https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=222078>
- 259) MIT Technology Review(23.06.01), 10만 큐비트 양자컴퓨터를 탄생시키려는 IBM, <https://www.technologyreview.kr/ibm-wants-to-build-a-100000-qubit-quantum-computer/>
- 260) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서
- 261) 과기부·NIA·미래양자융합포럼(22.12), 2022 양자정보기술 백서
- 262) 지디넷 코리아(23.3.31), 일본, 첫 자체 제작 양자컴퓨터 공개, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20230330235257>
- 263) S&T GPS(19.11.14), 일본, 양자 컴퓨터 시장우위 확보 위한 연구개발 강화, <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000037924&menuNo=200004>
- 264) 조선일보(22.7.29), 미국, 양자컴퓨터용 차세대 반도체는 일본 밀어주기
- 265) 중앙일보(23.5.18), 中추격할라, 美·日 양자컴퓨터도 동맹...구글·IBM 2000억 지원, <https://www.joongang.co.kr/article/print/25163418#home>
- 266) 테크데일리(23.5.21), 미·일 산학협력, 양자·반도체 연구에 2억달러 투자, <http://www.techdaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=22189>
- 267) 과기부(23.4.27), 한미 정상회담, 양자(Quantum) 과학기술 선도국가 도약의 발판 마련
- 268) 디지털타임스(23.06.27), IBM, 과기정통부와 '양자 리더십 프로그램' 발표 http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2023062702109931081009
- 269) 백악관(23.3), United states government national standards strategy for critical and emerging technology
경향신문(23.5.5), 미국 첫 '표준전략' 발표... '중국 굴기' 견제 강화, <https://m.khan.co.kr/it-general/article/202305052048005#c2b>
- 270) 관계부처합동(21.11.17), 소재·부품·장비미래 선도형 R&D추진방안(안)
- 271) 과기부(23.3.22), 대한민국을 먹여 살릴 100대 미래소재 발굴
- 272) 과기부(23.06.27), 2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로! (대한민국 양자과학기술 전략)
- 273) 전자신문(22.4.17), 양자암호통신 소재부품 국산화... 통신 3사도 참여, <https://www.etnews.com/20220415000183>
- 274) IEC(21.11), Quantum information technology (white paper),
맥킨지(22.6), Quantum Technology Monitor

한국전자기술연구원(KETI) 소개

- 한국전자기술연구원은 전자 및 관련부품 산업의 기술혁신에 필요한 연구개발 수행과 중소기업의 첨단 전자기술 개발을 지원함으로써 전자산업의 국제경쟁력 제고에 기여하기 위한 목적으로 1991년 8월 설립된 전문생산기술연구소입니다.
- 한국전자기술연구원은 'Unframed Perspective'라는 비전 하에 디지털 전환, 공급망 변화, 기후변화 등에 대응한 핵심기술 개발과 애로기술 지원 등 우리나라 전자·IT 산업경쟁력 강화 및 기업지원에 앞장서고 있습니다.
- 자세한 정보는 공식 홈페이지(www.keti.re.kr)에서 확인가능합니다.

본 보고서는 한국전자기술연구원의 공식입장이 아님을 밝힙니다.
작성 시점의 참고 보고서 및 언론 보도자료 등에 따라 동향 및 수치는 일부 상이할 수 있습니다.
본 보고서의 무단전재나 복제를 금하며, 가공·인용 시 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.

KETI Issue Report

국내외 양자정보기술 동향 및 시사점

발 행 처 _ 한국전자기술연구원(KETI)

발 행 일 _ 2023. 6. 30

발 행 인 _ 신희동 KETI 원장

작 성 _ 이규복 KETI 선임연구본부장
이영진 KETI 기술정책실장
황현경 KETI 기술정책실 연구원

자 문 _ 황태호 KETI 반도체디스플레이연구본부 본부장
김병수 KETI SoC플랫폼연구센터 센터장
박준식 KETI 스마트센서연구센터 수석연구원
안재욱 KAIST 물리학과 교수
유형정 KISTEP 부연구위원
이창우 AIMBLE CKO

문 의 처 _ 한국전자기술연구원 기술정책실
(031-789-7120, 7124, hkhwang@keti.re.kr)

디자인·제작 _ 나모세중



국내외 양자정보기술 동향 및 시사점