

삼성 KPMG

ISSUE MONITOR

제75호

November 2017

삼성KPMG 경제연구원

양자정보통신, ICT의 새로운 미래



Contacts

삼성KPMG 경제연구원

이효정

수석연구원

Tel: +82 2 2112 6744

hyojungle@kr.kpmg.com

최연경

연구원

Tel: +82 2 2112 7769

yeonkyungchoi@kr.kpmg.com

김기범

연구원

Tel: +82 2 2112 7430

kkim28@kr.kpmg.com

Contents

	Page
Executive Summary	3
양자정보통신 기술의 개념과 부상 배경	4
양자정보통신에 대한 기대	4
양자정보통신의 개념	5
ICT에서의 양자정보통신	6
양자정보통신의 부상 배경	6
양자정보통신의 파급효과	7
양자정보통신 시장 현황 및 전망	8
양자정보통신 시장 규모 및 전망	8
양자정보통신 특허 동향	9
양자정보통신 글로벌 표준화 동향	10
양자정보통신 국내 표준화 동향	11
양자정보통신 기술 관련 각국 정책	12
양자정보통신 기술 해외 정책	12
양자정보통신 기술 국내 정책	14
양자정보통신 기술 개발 및 적용 사례	15
해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 미국	15
해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 유럽	17
해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 일본 및 중국	18
국내 양자정보통신 기술 개발 사례	19
시사점	21
ICT 패러다임을 바꿀 수 있는 양자정보통신 이해도 제고	21
양자정보통신 기술 확보를 위한 정교한 전략 수립	21
ICT 기업의 포트폴리오 다각화 기회	22
기술 선도국과의 격차 줄이기 위한 정책 강화	22
양자정보통신 기술 표준화 및 인증 제도 마련	22

본 보고서는 삼정KPMG 경제연구원과 KPMG member firm 전문가들이 수집한 자료를 바탕으로 일반적인 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 보고서에 포함된 자료의 완전성, 정확성 및 신뢰성을 확인하기 위한 절차를 밟은 것은 아닙니다. 본 보고서는 특정 기업이나 개인의 개별 사안에 대한 조언을 제공할 목적으로 작성된 것이 아니므로, 구체적인 의사결정이 필요한 경우에는 당 법인의 전문가와 상의하여 주시기 바랍니다. 삼정KPMG의 사전 동의 없이 본 보고서의 전체 또는 일부를 무단 배포, 인용, 발간 복제할 수 없습니다.

Executive Summary

최근 스포트라이트를 받고 있는 양자정보통신 기술은 이동통신, 빅데이터, 인공지능, 정밀의료 등 다양한 산업의 패러다임을 바꿀 수 있는 기반 기술이다. 정보 처리 속도의 기하급수적 향상, 보안력 향상 등의 속성으로, 양자 기술은 4차 산업혁명을 완성시킬 수 있는 '화룡점정'의 기술로도 평가받는다. 양자컴퓨터는 기존 컴퓨터보다 빠른 속도로 연산 작업을 수행하며, 암호 체계 해독, 신물질·신약 개발 등 다채로운 분야에 파급력을 끼칠 것으로 기대된다. 이러한 기대 효과로 세계 각국에서 지속적 연구개발 투자가 이뤄지고 있다. 특히 중국 정부는 13조 원을 들여 세계 최대 규모의 양자 연구소를 짓는다고 최근 발표하며 전세계적 주목을 받았다. 반면 국내에서는 양자 관련 산업 육성을 위한 대규모 투자가 이뤄지지 않은 현황이다. 양자정보통신의 부상 배경과 국내외 도입 현황을 통해 한국 기업 및 정부에 시사점을 제시하고자 한다.

Executive Summary

■ 양자정보통신의 개념과 부상 배경

- 양자(Quantum)란 물리적 성질을 이루는 불연속적인 최소 단위의 입자 또는 상태를 뜻함
- 양자정보통신(Quantum Information Telecommunication) 기술은 양자적 특성을 정보통신 분야에 적용해 보안, 초고속 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신 기술을 의미
- ICT에서의 양자정보통신은 양자역학적 상태를 이용해 통신보안 수준을 고도화 한 '양자암호통신', 초고속 연산이 가능한 '양자컴퓨터' 및 이를 구현하는 '양자소자와 부품' 관련 부문이 발전 중

■ 양자정보통신 시장 현황 및 전망

- 글로벌 양자정보통신 시장 규모는 2016년 4.3조 원, 2020년 6.4조 원, 2025년 26.9조 원으로, 2016년부터 2025년까지 연평균 22.5%로 성장할 것으로 전망됨
- 반면 국내 양자정보통신 시장은 아직까지는 도입 단계에 머물러 있으며, 2020년 이후 본격적으로 관련 시장이 형성될 것으로 예상됨. 국내 양자정보통신 시장 규모는 2016년 60억 원, 2020년 707억 원, 2025년 1조 4,000억 원으로 성장할 것으로 예측됨

■ 양자정보통신 기술 각국 정책

- 미국, 유럽, 일본 등은 양자정보 기술을 기초과학 기술이자 방위 및 안보, 제반 산업의 핵심 기술이 될 수 있다고 보고, 10여 년 전부터 관련 정책을 수립, 대규모 예산 투입 중
- 중국은 '양자 굴기' 행보를 보이고 있으며, 2017년 9월 중국 정부는 안휘성에 세계 최대 국립 양자정보과학 연구소를 짓고 2년 6개월 간 약 13조 원을 투자한다고 발표

■ 양자정보통신 기술 개발 및 적용 사례

- 구글은 미국항공우주국(NASA)과 양자인공지능연구소를 설립했으며, IBM은 50큐비트 양자컴퓨터 구축 준비 중. 또한 마이크로소프트, 인텔, AT&T 등 미국 기업의 양자 기술 및 제품 개발 활발
- 유럽에서는 네덜란드의 양자컴퓨터 연구소 QuTech 등이 활발히 기술 연구를 수행 중이며, 일본에서는 NTT가 장거리 양자암호 전송이론을 개발
- 중국 알리바바는 향후 3년간 150달러를 투입하여 양자컴퓨팅 등 개발 계획 보유하고 있으며, 중국 화웨이는 2016년 독일 뮌헨에 양자 연구소 설립. 중국과학기술대학은 양자통신실험용 위성 목자호를 궤도에 올려 1,200km 거리의 양자 전송 성공

■ 시사점

- 양자정보통신의 파급력에 대한 이해가 필수적이며, 국내 기업은 양자정보통신 기술 확보를 위한 정교한 전략을 수립하고, 신성장 동력 창출 및 포트폴리오 다각화 기회를 포착해야 함. 국내 정부는 기술 선도국과의 격차를 줄이기 위한 정책, 양자정보통신 기술 표준화 및 인증 제도를 마련해야 함

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신의 개념과 부상 배경

“ 각국 정부와 글로벌 기업, 양자정보통신을 차세대 기술로 평가하며 막대한 투자를 진행 ”

“ ICT를 비롯한 금융, 자동차 등 다양한 산업에서 미래 기술로 주목 ”

양자정보통신에 대한 기대

양자정보통신은 '미래 산업의 핵', '꿈의 컴퓨터', '차세대 방패' 등으로 불리며 각국 정부에서 최근 큰 관심을 기울이고 있는 연구 분야이다. 정부뿐 아니라, 구글, IBM, 인텔 등 글로벌 IT기업도 막대한 투자를 하고 있다. 인텔의 브라이언 크르자니크(Brian Krzanich) CEO는 양자컴퓨터를 “다양한 문제를 해결하는 데 필요한 도구”로 평가하면서 지속적인 양자컴퓨터 상용화 연구 의지를 밝혔다. 마이크로소프트의 사티아 나델라(Satya Nadella) CEO도 “양자컴퓨터가 곧 미래”라고 표현하면서 양자정보통신 기술의 도래를 강조하고 있다. AT&T, 브리티시텔레콤(BT), NTT 등 양자정보통신에 주목하는 통신 기업도 빠르게 늘어나고 있다.

또한 미국 매사추세츠공대(MIT)의 과학기술 전문지 '테크놀로지 리뷰(Technology Review)'는 2017년을 장식할 10대 혁신 기술 중 하나로 '실용적 양자 컴퓨터(Practical Quantum Computers)'를 선정했다. 지금으로부터 4~5년 뒤면 기존 슈퍼 컴퓨터보다 수십만에서 수백만 배의 속도를 가진 컴퓨터가 생활에 스며들어 정보통신 산업뿐 아니라 화학, 제약 산업 등 모든 분야에서 상상할 수 없는 세상을 열 것이라고 내다보았다.

양자정보통신에 대한 미래는 비단 ICT 업계에서만 꿈꾸고 있는 것은 아니다. 세계적 자동차 부품기업인 독일의 보쉬(Bosch)는 양자중력센서를 초정밀 GPS로 활용해 자율주행차에 적용할 계획을 밝혔다. 아울러 호주의 주요 금융그룹인 웨스트팩(Westpac)은 양자기술 기반 사이버 보안 기업 'QuintessenceLabs'에 대한 보유 지분을 확대하고 있다. 이처럼 전세계 다양한 산업에서 미래 유망 기술로 기대하고 있는 양자정보통신의 시대는 생각보다 빠르게 우리 가까이 성큼 다가오고 있다.

글로벌 화두로 부상한 양자정보통신



“양자컴퓨터가 곧 미래”

- Satya Nadella, Microsoft CEO



“양자컴퓨터는 다양한 문제를 해결하는 데 필요한 도구”

- Brian Krzanich, Intel CEO

“양자컴퓨터와 양자네트워크는 통신으로 연결하는 방식을 급진적으로 변혁할 잠재력을 보유”

- Igal Elbaz, AT&T Vice President



“양자컴퓨팅 기술로 기하급수적인 문제를 해결하는 데 큰 도움을 얻을 수 있을 것”

- Scott Crowder, IBM CTO



“양자기술은 모두에게 새로운 기회”

- The Economist



“양자컴퓨터는 정보통신산업뿐 아니라 모든 분야에서 상상할 수 없는 세상을 열 것”

- Technology Review

Source: 각 사 홈페이지, 언론사 종합

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

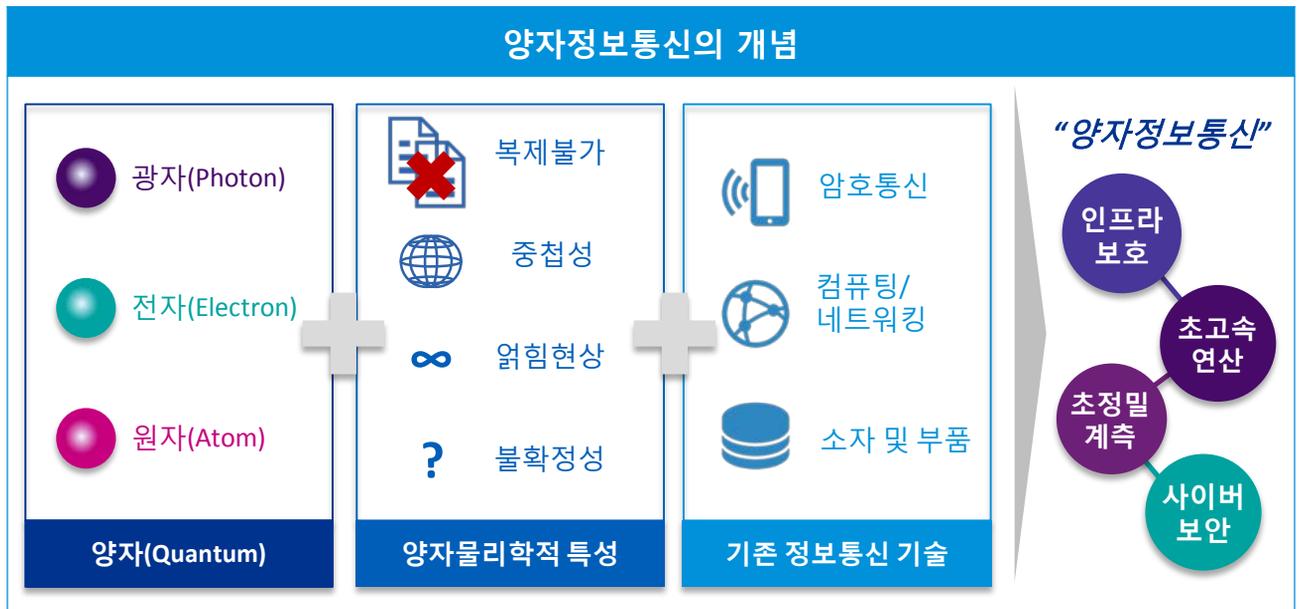
양자정보통신의 개념

최근 '양자정보통신(Quantum Information Communication)', '양자암호통신(Quantum Cryptography Communication)' 등을 자사 비즈니스 모델로 내세우는 국내외 기업이 빠르게 증가하고 있다. 이에 양자정보통신, 양자암호통신의 개념을 이해하고, 이를 기업 전략에 적용해야 할 필요성이 대두되었다. 특히 양자정보통신 기술은 기존 ICT의 패러다임을 바꿀 정도의 파급력을 갖고 있다고 평가 받고 있으므로, 이에 대한 이해도 제고가 급선무이다.

“ 양자정보통신이란 양자적 특성을 정보통신 분야에 적용하여 보안, 초고속 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신 ”

'양자(量子, Quantum)'란 물리적 성질을 이루는 불연속적인 최소 단위의 입자 또는 상태를 의미한다. 양자의 종류는 광자(光子, Photon), 전자(電子, Electron), 원자(原子, Atom) 등이 있다. 양자정보통신 기술은 양자적 특성을 정보통신 분야에 적용하여 보안, 초고속 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신 기술이다. 양자정보통신 기술, 양자정보 기술, 양자ICT 등 여러 용어가 혼용되고 있는 가운데, 본 보고서에서는 '양자정보통신 기술'이라는 용어로 통일하여 기술하고자 한다.

양자 상태는 특별한 물리학적 특성이 존재한다. 복제할 수 없는 성질(복제불가), 두 가지 성질을 동시에 가지는 성질(중첩성), 양자 상호 간 특수한 관계(얽힘현상), 어떤 입자의 정확한 운동량과 위치를 동시에 파악하는 것이 불가능(불확정성) 등이 대표적이다. 이러한 양자적 특성을 활용해 보안, 연산, 계측 등 기존 정보통신 기술에 적용하려는 것이 바로 양자정보통신이다.



Source: 과학기술정보통신부(2014), 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

ICT에서의 양자정보통신

양자정보통신 기술은 양자역학적 상태를 이용한 양자암호통신, 양자컴퓨터 및 이를 구현하는 소자와 부품 기술 등을 포함한다. 최근 국내외 이동통신사들이 부각시키고 있는 '양자암호통신'이란 원거리 통신에서 비밀키를 안전하게 전송할 수 있는 암호통신 기술을 의미한다. '양자컴퓨터'는 양자의 특성을 이용해 초고속 병렬연산이 가능한 컴퓨터를 뜻한다. '양자소자 및 부품'은 양자암호통신과 양자컴퓨터에 필요한 양자광학용 부품, 양자연산 소자 등 양자정보통신을 가능하게 하는 소자와 부품, 센서를 의미한다.

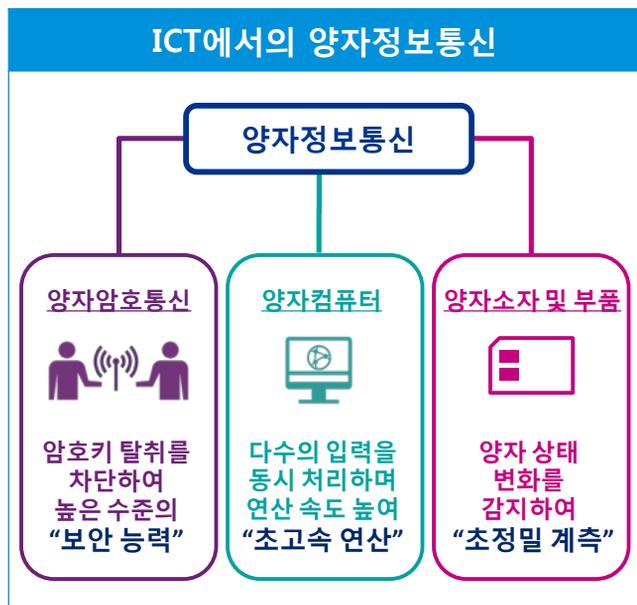
“ ICT에서 양자정보통신 기술은 양자암호통신, 양자컴퓨터, 양자소자 및 부품 등을 포함 ”

양자정보통신의 부상 배경

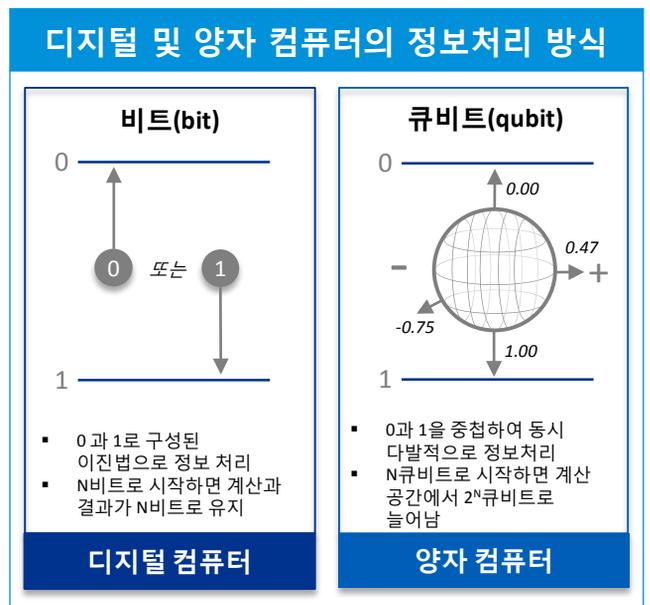
지난 60여 년간 지속해서 발전한 정보기술은 0 또는 1로 표현 가능한 이분법적 특성을 가졌다. 정보소자를 현재와 같은 고전적 정보표현방식(0 또는 1이 배타적으로 존재하는 bit 방식)으로 구현하는 경우, 정보소자를 극소화하는 과정에서 0과 1의 경계가 모호한 양자역학적 상태가 발생했다.

하지만 양자역학적 상태를 억제하면서 고전적 정보표현방식을 적용하기 위해서는 큰 비용이 발생하며, 본질적으로 정보소자의 절대적 크기를 감소시키는 방법에 기반하기 때문에 무한히 진행될 수 없다. 이러한 근본적 한계를 극복하기 위한 대안으로 양자적 특성을 갖는 정보를 사용하는 방안이 부상했다. 기존의 정보를 비트(bit, binary digit)라고 할 때, 이에 대응하는 양자정보는 큐비트(qubit, quantum bit)로 지칭한다. 양자정보를 이용하는 것은 정보소자 크기를 극소화하는 과정에서의 문제점을 회피하면서, 성능 향상의 효과를 달성할 수 있다는 장점이 있다.

“ 양자정보 단위는 큐비트(qubit)... 양자정보 이용을 통해 성능 극대화 효과 ”



Source: SK텔레콤, 삼성KPMG 경제연구원 재구성



Source: 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신의 파급효과

양자정보통신은 보안, 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신 기술로, 정보보안이 필수적인 기간 통신 분야를 비롯해 금융, 인프라, 의료, 제조 등 다양한 영역에 변화를 가져올 것으로 보인다. 특히 의료, 기상 분야에서 양자정보통신 기술을 활용해 정밀 측위 및 영상 분석, 유전체 분석, 지질탐사 등이 현재보다 빠른 속도로 진보할 것으로 보인다.

“ 양자정보통신 기술 실현으로 ICT 산업뿐 아니라 금융, 의료, 기상 등 다양한 분야의 경쟁력 제고 기대 ”

또한 양자정보통신 기술은 4차 산업혁명의 요소 기술로써 인공지능(AI), 빅데이터와 같은 기술과 융합되었을 때 큰 시너지를 낼 것으로 전망된다. 아울러 금융 거래에 쓰이는 암호체계에 양자 기술을 적용해 암호화 및 복호화 시간 단축과 보안 수준 향상이 가능해진다. 자율주행차에 양자정보통신 기술을 적용하면 사람이 타지 않고도 움직이는 무인주행 수준인 레벨5(완전자율주행) 단계에 도달할 수 있을 것으로 기대된다.

아래 표에 설명한 바와 같이, 양자정보통신 기술을 성공적으로 적용한다면 다양한 산업의 경쟁력을 제고할 수 있는 기회가 될 수 있다. 높은 수준의 정보통신 네트워크 보안, 초고속 계산, 초정밀 계측은 새로운 정보보안 통신 시장, 양자 연산 클라우드 서비스 시장 등을 창출하고, 4차 산업혁명의 주요 기술을 한 단계 더 발전시킬 것으로 전망된다.

양자정보통신 기술 활용 분야	
양자정보통신 양자암호통신 양자컴퓨터 양자소자/부품	정보/인프라 보안 정보 보안이 중요한 국방, 금융, 행정, 의료 통신망에 양자암호통신을 적용하여 차세대 사이버 보안 실현
	위치 정보를 통한 자율주행 양자 기반 측위 센서를 통해 차량의 움직임, 교통 흐름을 실시간으로 분석 및 통신하여 자율·무인주행 실현
	차세대 제약/의료 양자프로세서에 의한 신약 개발, 유전자 및 의료 영상 분석 등 바이오인포메틱스(Bioinformatics)에 활용 가능
	양자기반 센서 양자 계측 센서, 양자 이미징 센서를 통해 초정밀 계측이 가능. 자원 탐사, 지질조사 및 의료 영상 분석에 활용
	양자기반 빅데이터 양자 컴퓨터를 활용한 빅데이터 분석을 통해 제조, 물류, 구매 등 공급망(Supply Chain) 영역에서 최적화 문제 해결에 활용
	인공지능(AI) 인프라 기술 양자를 통해 학습속도가 빨라지게 되면 보다 빠르고 효율적인 학습능력을 갖춘 인공지능 탄생 가능

Source: 정보통신기술진흥센터, 삼성KPMG경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 시장 현황 및 전망

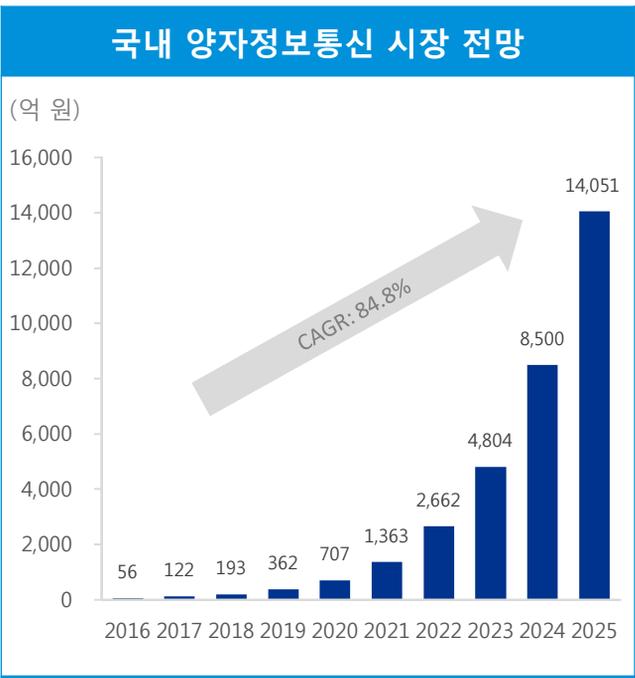
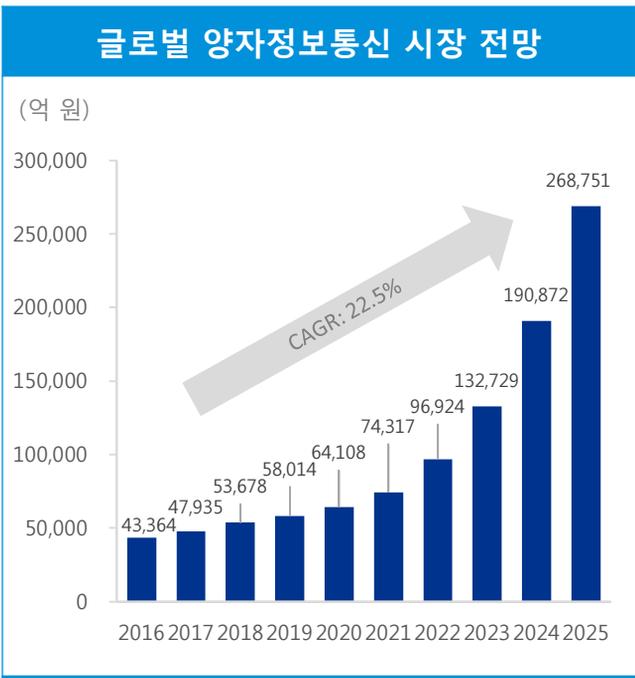
“ 글로벌 양자정보통신 시장은 2025년까지 연평균 22.5% 성장 기대 ... 반면 국내는 아직 도입 단계 ”

양자정보통신 시장 규모 및 전망

현재 전세계 양자정보통신 시장은 기술 개발 및 시험 테스트 장비 등 기술 개발 수요를 중심으로 형성되어 있다. 양자정보통신이 아직 상용화를 위한 준비 단계에 있기 때문에 양자암호통신, 양자컴퓨터 등 기술 개발용 장비와 설비를 중심으로 성장해오고 있다면, 향후 국방 및 행정망, 보안시장 등을 중심으로 상용화가 이루어지고 관련 시장이 빠르게 확대될 것으로 보인다.

정보통신기술진흥센터에 따르면, 글로벌 양자정보통신 시장규모는 2016년 4.3조 원, 2020년 6.4조 원, 2025년 26.9조 원으로, 2016년부터 2025년까지 연평균 22.5%로 성장할 것으로 전망된다. 특히 최근 양자정보통신 분야에 적극적인 투자를 단행하고 있는 중국의 경우 2020년 양자정보통신 시장이 3.6조 원으로 성장하고, 관련 부가 시장도 비슷한 규모로 확대되어 거대한 시장이 형성될 것으로 전망된다.

국내 양자정보통신 시장도 아직까지는 도입 단계에 머물러 있으며, 2020년 이후 본격적으로 관련 시장이 형성될 것으로 보인다. 국내 양자정보통신 시장 규모는 2016년 56억 원, 2020년 707억 원, 2025년 1조 4,000억 원으로 성장할 것으로 전망된다. 2016년부터 2025년까지 예상되는 연평균 성장률은 84.8%로, 양자정보통신 개발을 통해 둔화되고 있는 한국 ICT 산업에 전환점을 마련할 수 있을 것이다.



Source: Market Research Media(2016), 정보통신기술진흥센터(2016)
 Note: 2020년 이후 글로벌 시장은 정보통신기술진흥센터 추정

Source: 정보통신기술진흥센터(2016)

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 특허 동향

양자정보통신에 대한 관심이 고조되면서, 특허 출원도 증가하고 있다. 상용화 시도가 가장 많이 이루어지고 있는 양자암호통신, 양자컴퓨터, 양자센서 분야의 특허 출원이 활발하다.

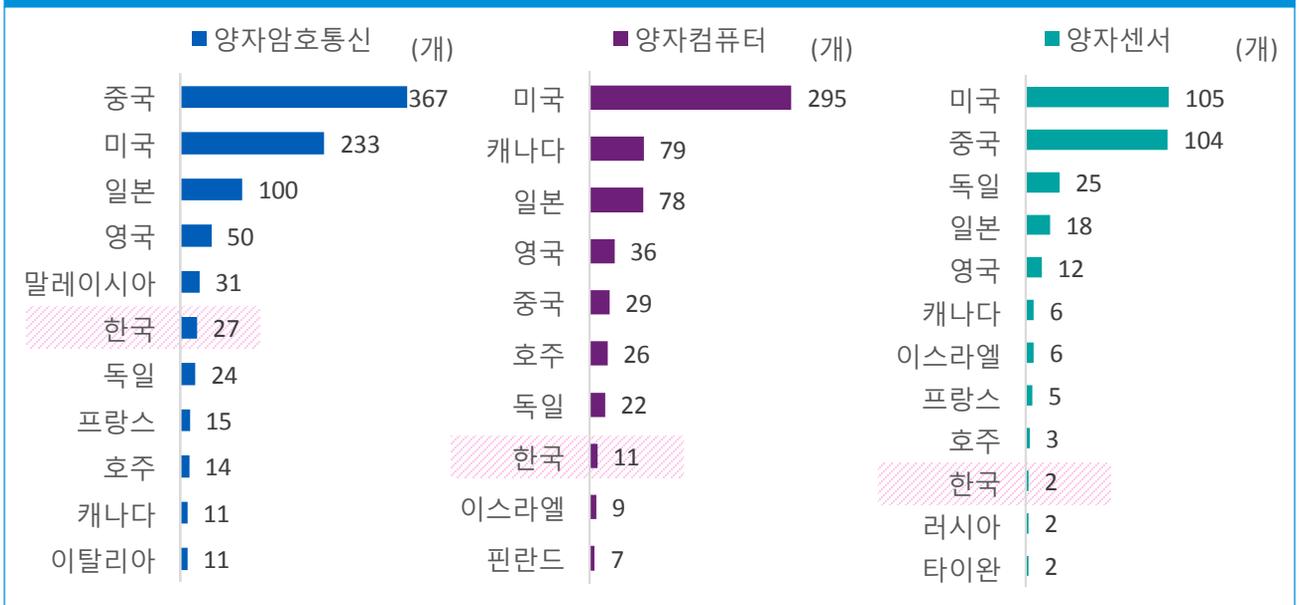
양자암호통신 분야는 중국이 가장 많은 특허를 보유하고 있다. 중국은 2016년 베이징과 상하이로 연결하는 2,000km의 양자통신 네트워크를 개통해 공상은행, 신화통신 등이 사용 중이다. 또한 정책적인 지원도 대규모로 이루어지고 있어 해당 분야에서의 중국의 특허 보유 증가세는 두드러질 것으로 예상된다. 한국은 양자암호통신 분야에서 27개의 특허를 출원해 다른 분야 대비 경쟁력 있는 영역으로 보여진다.

IBM, 구글, 마이크로소프트 등 양자컴퓨터 개발에 두각을 드러내고 있는 미국은 양자컴퓨터 분야에서 압도적인 특허를 보유 현황을 보여준다. 양자컴퓨터를 판매하고 있는 기업인 'D-Wave Systems'가 소재한 캐나다가 미국에 이어 양자컴퓨터 글로벌 특허 출원 2위에 위치해 있다.

양자센서 분야에서는 미국과 중국이 비슷한 개수의 특허를 보유하고 있다. 외부 환경에 민감하게 반응하는 양자의 성질을 이용한 양자센서는 중력이나 자기장, 이미지 등을 정밀하게 측정할 수 있어 자동차, 의료 등 다양한 산업에서 응용될 것으로 전망됨에 따라 향후 관련 특허 출원이 늘어날 것으로 보인다.

“ 양자암호통신, 양자컴퓨터, 양자센서 분야의 특허 출원이 활발한 가운데, 미국과 중국이 가장 많은 특허를 보유 ”

양자정보통신 글로벌 특허 출원 동향



Source: 영국 지적재산권 관리청, 유럽연합집행위원회
 Note: 2015년 기준

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 글로벌 표준화 동향

글로벌 표준으로 채택된 기술을 보유한 국가나 기관은 기술의 누적성으로 향후 지속적으로 기술적 리더로 자리매김할 가능성이 높다. 양자정보통신 또한 다양한 분야에서의 활용이 기대되는 가운데, 상용화가 되기 전 자국 기술을 국제 표준으로 만들기 위해 표준화를 추진하는 움직임이 빨라지고 있다. 국제전기통신연합(ITU), 미국표준기술연구소(NIST) 등 다양한 국제 표준 기구가 양자정보통신 관련 표준화 논의를 시작한 가운데, 유럽전기통신표준화 기구(이하 ETSI), 국제전기전자기술자협회(이하 IEEE)가 현재 양자정보통신 기술 표준화와 인증 기준 마련에 가장 적극적이다.

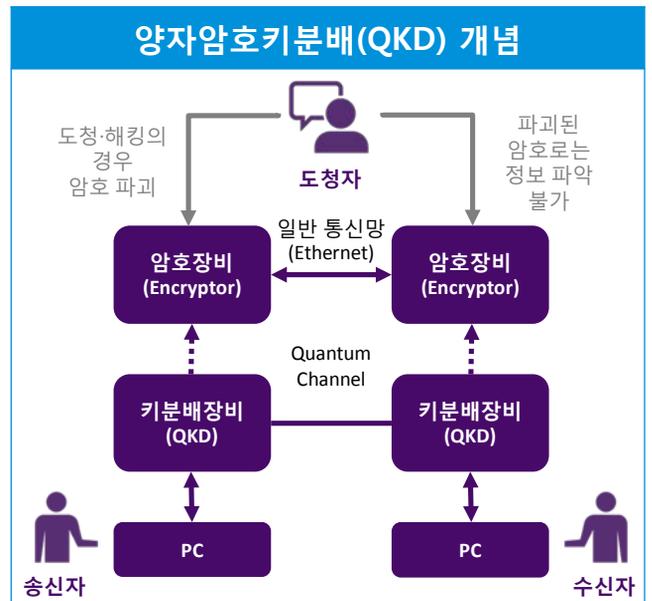
“ 유럽 전기 통신 표준화기구·국제전기전자 기술자협회 등 다양한 국제 기구에서 양자정보 통신 관련 표준화 작업에 본격 시동 ”

ETSI에서는 양자암호통신 기술에 대한 표준화를 활발히 추진 중이다. 특히 ETSI는 ‘양자암호키분배(QKD, Quantum Key Distribution)’ 기술의 국제 표준화를 진행하고 있다. QKD란 0과 1의 이진정보를 양자상태에 실어 보내는 양자통신에서 정보를 암호화·복호화하기 위한 암호키를 송신자와 수신자가 나누어 가지게 되는 기술인 가운데, 양자암호통신 기술 중 상용화에 가장 근접한 것으로 평가 받고 있다. ETSI는 2010년 QKD 응용 사례 표준화 작업을 시작으로 다양한 회원 단체와 선도적으로 표준화 활동을 진행하고 있다.

양자컴퓨터 분야에서는 미국국가표준을 개발하도록 인증 받은 전문기구인 IEEE가 표준화 작업에 착수할 준비를 마쳤다. IEEE 산하 글로벌 표준 제정 단체인 IEEE-SA는 2017년 8월 양자컴퓨팅 정의 표준(IEEE P7130) 프로젝트를 승인했다. 프로젝트에는 수학자, 물리학자, 컴퓨터과학자 등 다양한 전문가들이 참여할 예정이며, IEEE 내 양자표준작업그룹(QCWG)은 앞으로 양자컴퓨팅의 일반적인 명칭을 확립하고 양자와 관련된 다양한 용어를 정의할 계획이다.

ETSI의 양자정보통신 표준화 현황

회원사	제정년월	주요내용
	'10.09	• QKD 응용 사례
	'10.12	• QKD 장비 부품과 부품 간 인터페이스에 대한 표준 • 이후 기술 진보에 따라 개정 버전이 제출된 상황
	'10.12	• QKD 장비와 외부 장비와의 연동 인터페이스에 대한 표준
	'10.12	• QKD 시스템의 보안성에 대한 개념과 구체적 기준
	'10.12	• QKD 장비의 보안 요구사항
	'16.05	• QKD 장비의 광부품에 대한 표준



Source: 각 사 홈페이지, 한국정보통신기술협회, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

Source: 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 국내 표준화 동향

국내에서도 미래 ICT 산업의 핵심 기반 기술이 될 것으로 기대되는 양자정보통신 기술의 국내외 표준화 활동을 추진하기 위해 2013년 5월 '퀀텀 포럼'이 설립되고 같은 해 10월 기업, 연구소, 대학교 등 13개 회원사로 구성된 '퀀텀정보통신 연구조합'이 창설됐다.

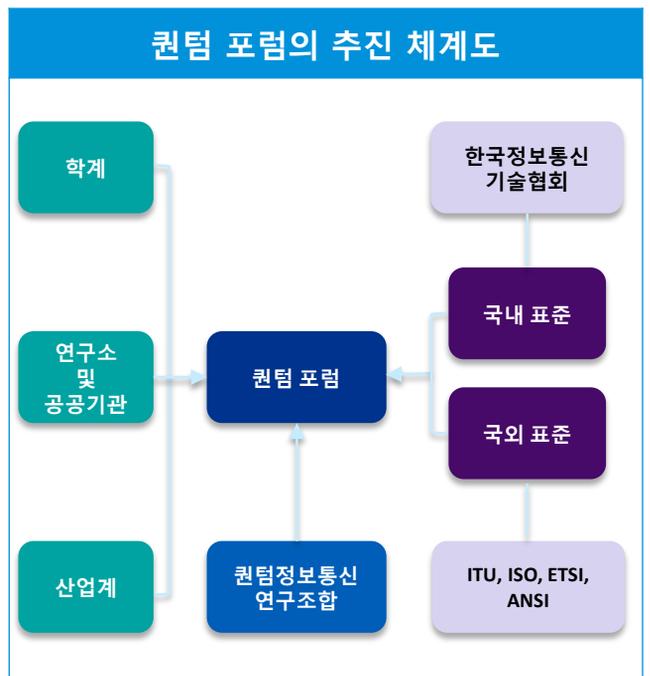
“ 국내에서는 '퀀텀 포럼'을 중심으로 표준화 단체와의 협력을 구축 중 ”

퀀텀 포럼은 국내 표준을 담당하는 한국정보통신기술협회(TTA)와 다양한 해외 표준화 단체와의 협력을 구축하고 있으며, 2016년 10월에는 ETSI 국제 표준을 준용하여 QKD 관련 포럼표준을 제정했다. 퀀텀 포럼은 ETSI에 표준화 관련 기고를 활발히 하고 있으며, 현재 TTA 표준 제정 작업을 진행 중이다. 향후 퀀텀표준화위원회를 중심으로 아직 표준이 존재하지 않고, 접근이 용이한 분야부터 표준을 채택하는 전략을 펼칠 예정이다.

국내 민간기업 중 양자정보통신 기술 연구에 가장 많은 투자를 하고 있는 통신사인 SK텔레콤은 'Global Quantum Industrial Partners(GQIP)'를 결성하여 국제 표준에 필요한 협업을 추진 중이다. 다른 기관 및 기업의 표준화 움직임은 보이지 않고 있다. 다만 2017년 8월 개최된 국제전기통신연합 산하 표준화 부문 정보보호분야 연구그룹(ITU-T SG17) 회의에서 국내 통신기업 KT가 제안한 양자암호통신 표준화 추진방향에 대한 논의가 이루어져, 향후 국내에서의 양자정보통신 표준화에 대한 관심은 점차 확대될 전망이다.

국내 퀀텀정보통신연구조합 조합사		
구분	기업명	개수
대기업	SK텔레콤	1
중소기업	우리넷, 노보네트웍스, 콘텔라, 텔코웨어, 우리로, 스트라스타, 유니웍스, 에스피테크놀러지, 쏘리드, 코위버, 플렉트론, 포네트, 에이치에프알	13
연구기관 · 대학	한국전자통신연구원, KAIST, 고려대학교, 서울시립대학교	4

Source: 퀀텀정보통신연구조합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성
Note: 2017년 11월 기준



Source: 한국정보통신기술협회, 삼성KPMG 경제연구원 재구성
Note: ITU(국제전기통신연합), ISO(국제표준화기구), ETSI(유럽전기통신표준화기구), ANSI(미국규격협회)

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 기술 관련 각국 정책

양자정보통신 기술 해외 정책

“ 미국, 유럽, 일본, 10여 년부터 양자정보통신 정책을 수립해 대규모 예산 투입 ”

해외 국가들은 일찌감치 양자정보통신 기술을 눈여겨보았으며, 관련 정책 또한 발 빠르게 수립하고 있다. 미국, 유럽, 일본 등은 10여 년 전부터 양자정보통신 기술 관련 정책을 수립했다. 정책적 방향성에 따라 양자정보통신에 대규모 예산을 투입하고 있다. 특히 양자정보는 기초과학 기술이자 방위 및 안보의 핵심 기술이 될 수 있다는 측면이 있으므로, 국가적으로 중시하는 기술 중 하나로 보는 시각이 지배적이다.

미국은 2008년 '국가양자정보과학비전'을 수립하고 매년 1조 원 규모를 관련 기술 연구에 투자하고 있다. 2016년에는 양자정보과학을 국가적 과제와 기회라 정의하는 등 양자정보통신 기술에 지속적으로 큰 관심을 기울이고 있다. 유럽 또한 2006년 '퀀텀 유럽' 프로젝트 발표 이후 일관된 연구를 수행하고 있다. 최근에는 구체적인 양자산업 육성 로드맵을 공개하면서 새로운 기술의 도래를 적극적으로 대응 중이다.

양자정보통신 기술 관련 국가별 정책 현황(북미·유럽·러시아)

국가	주요 정책
 미국	<ul style="list-style-type: none"> 2008년 국가양자정보과학비전 수립 2016년 양자정보과학 발전계획 발표 미국방위고등연구계획국(DARPA), 미국국가과학재단(NSF), 미국정보고등연구기획청(IARPA), 미국국립과학원(NAS) 등을 통해 산학연 연계방식으로 양자정보통신 기술 개발
 캐나다	<ul style="list-style-type: none"> 2002년 워털루대학, 켈거리대학 등을 중심으로 양자컴퓨팅 연구소를 설립해 지금까지 8,000억 원 이상 투자 중
 유럽	<ul style="list-style-type: none"> 유럽연합(EU), 2006년 '퀀텀 유럽(Quantum Europe)' 프로젝트 발표 2016년 양자정보통신 성명서를 발표하고 양자통신, 양자네트워크, 양자인터넷 등 다양한 양자 기반 기술에 대한 단계별 중장기 R&D 목표를 설정 2017년 '퀀텀 유럽 2017: 양자기술 플래그십' 컨퍼런스에서 1조 2,000억 원 규모의 구체적인 투자 계획 방안을 공개 독일, 교육과학부를 중심으로 양자정보기술 지원정책 추진 프랑스, 국립과학연구소가 대학 및 연구기관과 연계한 양자정보 기술 연구 지원 영국, 2014년 총 4,800억 원 규모의 '양자정보통신 기술 산업화 투자계획' 발표
 러시아	<ul style="list-style-type: none"> 2010년 Russian Quantum Center를 설립하고 양자광학, 양자재료, 양자정보처리, 양자기술 등에 집중 투자

Source: 한국과학기술한림원, 정보통신기술진흥센터, 한국통신전파진흥원, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

“ 중국, 2017년 9월 양자정보과학 연구소 설립과 13조 원 투자 계획으로 전세계가 주목 ”

양자정보통신 분야에서 중국 정부의 행보에도 주목해야 한다. 2017년 9월 중국 정부는 안휘성에 세계 최대 국립 양자정보과학 연구소를 짓고 2년 6개월 간 약 13조 원을 투자한다고 발표해 전세계의 이목이 집중되었다. 최근 중국은 '양자 굴기'에 따른 기술 결과가 잇따르고 있어 성과 측면에서도 양자역학 연구에서 세계 선두를 달린다는 평가를 받고 있다.

아울러 북한도 정부 차원에서 양자정보통신 기술을 중요시하고 있다. 북한은 2016년 1월 노동신문 기사를 통해 양자암호통신기술 개발에 성공했다고 발표했다. 또한 김일성종합대학의 김남철 물리학 교수 연구팀은 저명 국제학술지에 양자정보처리 기술과 관련된 논문을 게재해 일정 수준의 기술을 연구하고 있다는 것을 알 수 있다.

이 외에도 캐나다, 러시아, 일본, 싱가포르 등 다양한 국가에서 양자정보통신 기술에 관심을 가지며 대규모 투자를 단행하고 있다.

양자정보통신 기술 관련 국가별 정책 현황(아시아)

국가	주요 정책
 중국	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술부, 2012년 양자와 나노 기술 분야에 5년간 2,900억 원을 투자하기로 결정하고 북경-상해 간 2,000km 구간에 양자통신망 구축에 착수 2017년 9월 정부는 세계 최대 국립 양자정보과학 연구소 설립과 2년 6개월 간 약 13조 원 투자 계획을 발표
 일본	<ul style="list-style-type: none"> 2010년 일본정보통신연구기구(NICT) 주도로 도쿄에 양자암호 시험망을 구축하면서 양자정보통신 기술 개발을 시작. NICT는 2040년까지 기밀성이 보장된 로드맵에 따라 기술 개발을 진행 중 2012년 '퍼스트(FIRST) 프로그램'을 통해 4년간 430억 원의 투자 계획을 수립 이화학연구소(Riken), CREST(일본 과학기술진흥기구의 연구조성 사업) 등을 통해 양자정보통신에 연 220억 원 지원
 싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> 싱가포르국립대학을 통해 양자기술에 연 1,300억 원 투자
북한	<ul style="list-style-type: none"> 2016년 1월 양자암호통신기술 개발 성공 발표 김일성종합대학의 김남철 물리학 교수 연구팀, 2017년 광자를 이용한 양자정보처리 기술에 대한 논문을 발표하고 국제학술지 '플라즈모닉스(Plasmonics)'에 게재. 앞서 2016년 1월 네이처 자매지 '사이언티픽 리포트(Scientific Report)'에 양자 기술 관련 논문을 게재

Source: 한국과학기술한림원, 정보통신기술진흥센터, 한국통신전파진흥원, 언론사 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 기술 국내 정책

해외 국가의 활발한 양자정보통신 정책 수립은 한국에게 경종을 울리고 있다. 한국의 경우, 2005년 일부 기업과 대학, 정부출연 연구기관을 중심으로 양자정보통신 관련 기초 연구를 시작했으나, 당시 국가적인 정책 방향이 적절히 마련되지 않아 지속적인 연구 성과로 이어지지는 못한 바 있다.

“ 한국, 2005년 양자정보통신 기초 연구 개시되었지만 정책 마련되지 않아... 2014년부터 본격적인 양자정보통신 정책 수립 ”

2010년대 들어, 2014년 한국과학기술평가원, 2016년 정보통신기술진흥센터에서 10대 미래 유망기술에 양자정보통신 기술을 선정하면서 정부 및 국책 연구기관에서 양자정보통신 기술에 대한 관심과 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

2014년 12월 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)에서 '양자정보통신 중장기 추진전략'을 마련하고 2020년 양자정보통신 글로벌 선도국가 진입을 비전으로 제시하며 9개 실천 과제를 추진하는 계획을 발표하면서 국내에서도 양자정보통신 정책이 수립되기 시작했다.

아울러 2017년 과학기술정보통신부는 양자 수요기술을 조사해 양자암호통신, 양자소자 등 총 12개 핵심 과제를 도출해 변경기획(안)을 제출했으며, 예비타당성 과정을 거친 후 최종 결과를 발표할 예정이다.

한국 과학기술정보통신부의 양자정보통신 기술 관련 정책 현황

연도	정책	주요 내용
2014년	양자정보통신 중장기 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> · (비전) 2020년 양자정보통신 글로벌 선도국가 진입 · (목표) 양자암호 분배기술 상용화, 세계 1등 기술 5개 확보, 전문인력 양성 · (전략) 핵심기술 개발, 연구기반 조성, 지속성장 기반 마련
2017년	양자정보통신 중장기 기술개발사업 변경기획(안)	<ul style="list-style-type: none"> · 과학기술정보통신부가 신청했으며, 앞으로 8년간 민간부담금 439억 원을 포함해 총 3,040억 원(양자정보통신 1,323억 원, 양자컴퓨터 1,133억 원, 양자소자 및 센서 584억 원) 투입이 골자 · 양자암호통신시스템 안정화 기술, 무선 양자암호통신 핵심 모듈 기술, 실리콘반도체 기반 연산 프로세서 등 12개 핵심 과제를 최종 과제로 도출 · 양자정보통신 중장기 개발사업에 대한 예비타당성 조사를 진행 중이며 향후 경제성 분석 결과를 바탕으로 공식적으로 사업규모 및 사업내용을 발표할 예정

Source: 과학기술정보통신부, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

양자정보통신 기술 개발 및 적용 사례

해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 미국

양자정보통신이 스포트라이트를 받으면서, 글로벌 연구소 및 IT 기업들은 양자정보통신 기술을 미래 핵심 성장동력으로 삼고 연구개발에 매진 중이다. 국가별로는 미국이 가장 활발하게 양자정보통신 기술을 연구하고 있으며, 최근에는 중국이 대규모 투자를 실시하면서 기술 선도국을 추격하고 있는 양상이다.

구글의 경우 미국항공우주국(NASA)와 양자인공지능연구소 설립으로 양자컴퓨터 기반의 인공지능 기술연구를 시작했다. 또한 캐나다의 D-Wave Systems사에서 출시한 'D-Wave 2'를 구입해 이를 기반으로 양자컴퓨터 연구를 지속하고 있다. 2016년 6월 초전도 회로모형에서 9개 전자를 제어하는 9큐비트 규모의 양자컴퓨터를 발표하는 성과를 보였다. 구글은 2017년 말까지 49큐비트 양자컴퓨터를 구현하고자 하는 계획을 발표했으며, 특정 연산에만 적용할 수 있는 양자컴퓨터가 아닌, 원하는 연산에 모두 사용 가능한 범용 양자컴퓨터 개발을 목표로 하고 있다.

“ 구글은 범용 양자 컴퓨터 개발을 목표로 연구 중 ... IBM은 수년 내 50큐비트 양자컴퓨터 구축 계획 ”

양자 연구의 역사가 오래된 IBM은 1997년 2큐비트 양자컴퓨터를 처음으로 만든 기업으로, 2016년에는 5큐비트 초전도 양자컴퓨터를 클라우드 서비스로 대중에게 공개하기도 했다. IBM은 2017년 3월 개발 중인 범용 양자컴퓨터 'IBM Q'의 시스템 로드맵을 공개했으며, 수년 내 50큐비트 IBM Q 시스템을 구축하겠다고 밝혔다. 이어 2017년 10월에는 49큐비트 양자컴퓨터 시뮬레이션에 성공해 양자컴퓨터의 성능이 디지털컴퓨터의 성능을 뛰어넘는 '양자 우위(Quantum Supremacy)' 시대에 한 발짝 다가섰다.

“ AT&T, 자 사 혁신기술 연구센터를 통해 캘리포니아공과 대학과 양자암호통신 연구 시작 ”

앞서 언급한 IT기업이 양자컴퓨터 개발에 집중하고 있다면, 통신기업은 양자암호통신 연구에 뛰어들고 있다. 미국의 대표적인 통신사 AT&T는 2017년 6월 자사 혁신기술 연구센터 'AT&T 파운드리'를 통해 양자암호통신 연구를 시작한다고 발표했다. 더불어 캘리포니아공과대학과 '양자기술 얼라이언스(Alliance for Quantum Technologies, AQT)'를 구성하고 '지능형 양자 네트워크 기술(Intelligent Quantum Networks and Technologies, INQNET)'이라는 프로그램을 공동하기로 협력을 약속했다.

ICT기업뿐만 아니라 미국의 주요 정보기관, 국방기관, 국책 및 대학 연구기관의 연구 또한 활발하다. 2005년 미국 방위고등연구계획국(DARPA)이 양자암호통신 시험망을 마련했으며 2013년부터 미국항공우주국(NASA)은 560km 거리의 양자암호통신 네트워크를 구축하고 있다. 아울러 기술 보호에도 철저하다. 2003년 MagiQ Technoloies에서 양자 키 분배 시스템을 상용화하는 기술을 개발했으나 안보를 이유로 수출 통제 품목으로 지정되어있다.

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

미국 주요 기업 · 기관의 양자 기술 개발 동향

기업/기관	주요 내용
	<ul style="list-style-type: none"> 2014년 미국항공우주국(NASA)과 공동으로 양자인공지능연구소를 설립 2016년 6월 9큐비트 규모의 양자컴퓨터 발표 향후 원하는 연산에 모두 적용 가능한 범용 양자컴퓨터 개발이 목표
	<ul style="list-style-type: none"> 1997년 2큐비트 양자컴퓨터 개발 2016년 5큐비트 초전도 양자컴퓨터를 클라우드 서비스로 대중에게 공개 2017년 3월 개발 중인 범용 양자컴퓨터 'IBM Q' 시스템 로드맵과 양자컴퓨터용 프로그래밍 언어 QASM의 개발자 키트 공개 2017년 10월 49큐비트 양자컴퓨터 시뮬레이션에 성공
	<ul style="list-style-type: none"> 2006년 양자컴퓨터 연구소 'Station Q' 설립 위상학을 이용한 양자컴퓨터 개발 계획을 발표 2017년 4월 반도체 기업 'Rambus'와 극저온 D램 메모리 시스템 개발 및 2017년 9월 양자컴퓨터 활용 언어 개발을 발표
	<ul style="list-style-type: none"> 2015년부터 대규모 양자 프로세서 개발을 목표로 연구를 시작하고, 칩 패키징 최적화를 위해 네덜란드 양자컴퓨터 전문업체 'QuTech'와 협력 2017년 10월 20밀리켈빈*에서 동작하는 17큐비트 초전도 칩 테스트 모델을 개발·생산했다고 발표 향후 49큐비트 양자 프로세서를 개발할 예정
	<ul style="list-style-type: none"> 2017년 6월 자사 혁신기술 연구센터 'AT&T 파운드리'를 통한 양자암호통신 연구와 캘리포니아공과대학과의 협력을 발표
	<ul style="list-style-type: none"> 2013년부터 560km 거리의 양자암호통신 네트워크를 구축 중
 (MagiQ Technologies)	<ul style="list-style-type: none"> 2003년 120km 거리의 양자암호통신 시스템 상용화(해당 시스템은 안보 문제로 인해 수출 통제 품목으로 지정)

Source: 한국과학기술한림원, 각 사 홈페이지, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

Note: 켈빈(Kelvin, °K)이란 온도의 국제단위로, 섭씨(°C)+273.15에 해당하는 값. 20밀리켈빈은 우주 최저 온도보다 250배 더 낮은 온도

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 유럽

유럽은 양자 물리학자들이 기술적 연구 촉진을 위해 '양자 성명서(Quantum Manifesto)'를 발표할 정도로 양자정보통신 기술 개발에 높은 관심을 보이고 있다. 이러한 분위기 속에서 유럽 내 여러 기업과 기관은 정부의 지원에 힘입어 관련 기술 연구를 지속 중이다.

ID Quantique(이하 IDQ)는 2001년 니콜라스 지생 박사 등 양자 기술 분야의 전문가인 스위스 제네바대의 연구원이 설립한 기업으로, 설립 초기부터 양자난수생성기를 판매하는 등 양자암호통신 분야를 선도하고 있다. 특히 양자난수생성기에 대한 핵심 특허를 보유하고 있으며, 양자암호키분배, 광자 카운터 등에 대한 연구를 지속적으로 진행하고 있다.

양자컴퓨터 부문은 QuTech가 현재 네덜란드에서 가장 활발히 기술을 연구하고 있다. QuTech는 델프트기술대학의 양자컴퓨터 연구소로, 미국의 인텔이 5,000만 달러를 투자해 함께 연구·개발을 진행하면서 양산형 양자컴퓨터 칩을 선보이는 등의 성과를 보이고 있다. 앞으로 QuTech는 인텔과 협업을 통해 큐비트 단위의 기기들로부터 양자컴퓨터용 주변 기기에 이르기까지 전반적인 제품군을 개발해 나갈 계획이다.

“ 스위스의 IDQ, 양자난수생성기 핵심 특허를 보유 ... 네덜란드의 QuTech은 Intel과 협업하며 성과를 보이고 있음 ”

유럽 주요 기업·기관의 양자 기술 개발 동향

기업/기관	주요 내용
	<ul style="list-style-type: none"> 스위스의 기업인 IDQ는 2001년부터 양자난수생성기를 공급 양자난수생성기에 대한 핵심 특허를 보유 2013년 307km 구간(1kbps급) 양자암호통신 제품 생산
	<ul style="list-style-type: none"> 네덜란드의 연구소인 QuTech는 2015년부터 미국의 인텔이 5,000만 달러를 투자하고 공동연구를 시작 2015년 6월 네덜란드 정부가 양자컴퓨터 개발을 위해 1억 3,000만 유로 투자
	<ul style="list-style-type: none"> 영국의 연구 허브인 NQIT는 옥스퍼드 대학을 중심으로 구성된 양자컴퓨터 연구 허브로, 2014년에 설립 양자 상태를 저장하고 활용할 수 있는 작은 시스템을 구성했으며, 양자컴퓨터 핵심 부품 설계가 목표
	<ul style="list-style-type: none"> 스페인의 연구소인 ICFO는 2002년부터 빛과 관련된 양자 연구를 수행 중 총 24개의 연구그룹 중 양자기술 관련 연구그룹은 5개 현재 고속 양자난수생성기를 개발해 양자암호화에 사용하고 있으며, 모바일 보안을 위한 양자난수생성기가 탑재된 광자 칩 개발을 계획 중

Source: 한국인터넷진흥원, 각 사 홈페이지, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

해외 양자정보통신 기술 개발 사례 - 일본 및 중국

일본과 중국의 여러 기관과 기업에서의 양자정보통신 기술 개발 또한 발 빠르게 추진되고 있다.

일본정보통신연구기구(이하 NICT)는 양자암호통신 기술에 집중하고 있다. NICT는 일본 양자 기술 연구의 중심 기관으로, 2010년 도쿄 양자암호통신 네트워크를 구축했다. 2012년에는 양자암호화 동영상 전송 실험을 성공시켰고, 2016년에는 무인 드론 제어용 양자암호통신 실험을 성공시키는 등 양자정보통신 기술을 활용한 보안 분야 연구에 중점을 두고 있는 모습이다.

정부의 강한 정책 주도로 양자정보통신 기술 개발에 힘을 싣고 있는 중국의 경우, 학계에서의 연구 또한 활발하다. 중국과학기술대학(USTC)의 판젠웨이(潘建偉) 교수 연구팀을 중심으로 양자정보통신 연구가 진행 중이다. 판젠웨이 교수 연구팀은 2016년 8월 양자통신실험 목적으로 목자(墨子)호 위성을 발사한 데 이어, 2017년 6월 1,200km 거리에서 얽힘 상태의 양자를 전송하는 데 성공했다. 한편 알리바바, 화웨이 등 거대 ICT 기업에서도 양자정보통신 기술 연구에 박차를 가하고 있다.

“ 일본정보통신연구기구(NICT), 보안에 주안점을 둔 양자암호통신 기술에 집중...”

중국과학기술대학(USTC) 연구팀, 양자통신실험용 위성 목자(墨子)호 궤도에 올려



일본 및 중국 주요 기업·기관의 양자 기술 개발 동향

기업/기관	주요 내용
 (일본정보통신연구기구)	<ul style="list-style-type: none"> 2010년 도쿄 양자암호통신 네트워크(JGN2 Plus) 구축 2012년 양자암호화 동영상 전송 실험(45km), 2016년 무인 드론 제어용 양자암호통신 실험 성공
	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 양자 메모리가 없는 장거리 양자암호 전송이론 개발
 (중국과학기술대학)	<ul style="list-style-type: none"> 2016년 양자암호통신 위성(목자호) 발사 성공 2017년 얽힘 상태의 양자 전송 성공(1,200km)
	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 클라우드 컴퓨팅 자회사 알리윈(Aliyun)과 중국과학원(CAS)이 양자컴퓨터연구소 설립 양해각서 체결 2017년 10월 향후 3년간 세계 연구개발 프로그램(DAMO)에 150억 달러를 투입해 양자컴퓨팅, 데이터 인텔리전스, 사물인터넷 등 신기술을 개발할 계획
	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 화웨이 중앙연구원은 양자전공 박사를 채용해 양자 기술 연구를 본격적으로 시작 2016년 독일 뮌헨에 양자연구소 설립

Source: 한국과학기술한림원, 각 사 홈페이지, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

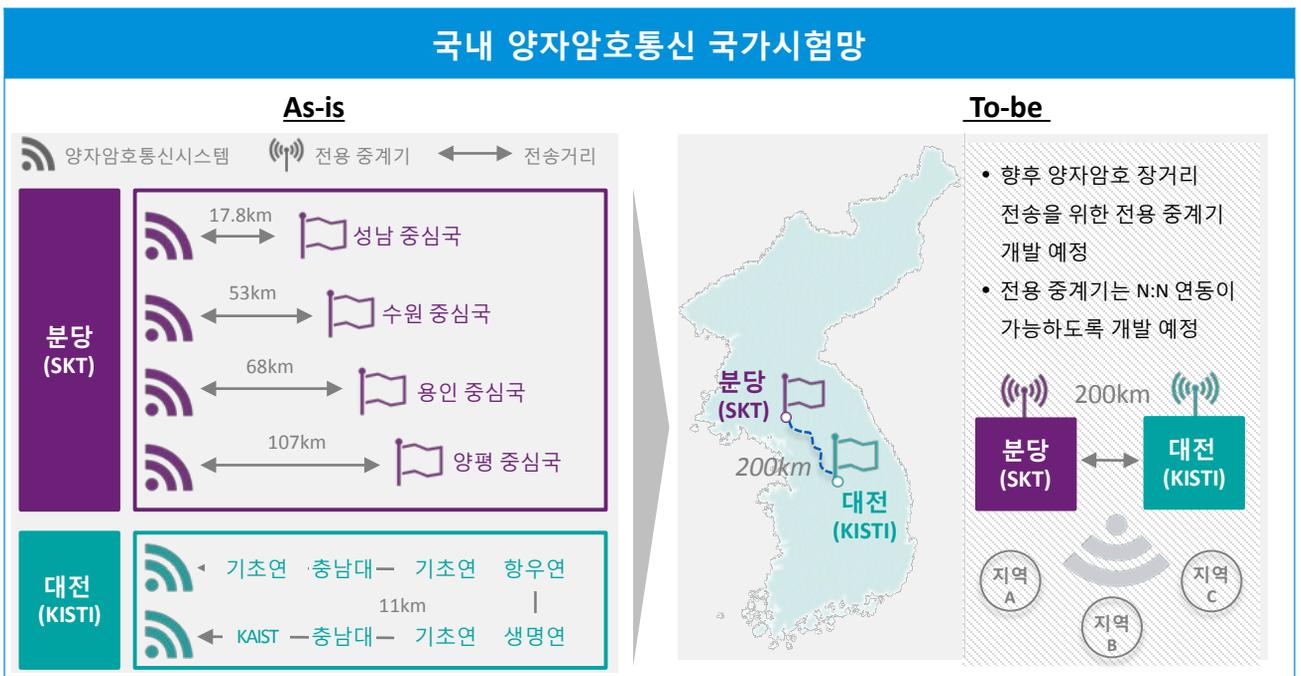
국내 양자정보통신 기술 개발 사례

국내에서는 해외에 비해서는 양자정보통신 기술에 대한 대규모 투자가 이뤄지지 않는 현황이다. 국내 양자 산업 투자 규모는 연간 172억 원으로, 세계 17위 수준에 머무르고 있다. 이와 같은 상황 속에서 최근 SK텔레콤 등 국내 이동통신사 중심으로 기술 개발에 속도가 붙기 시작했다.

“ SK 텔레콤 , 2011년 양자기술연구소 '퀀텀테크랩' 설립 이후 500억 원 투자하며 한국산 양자정보통신 기술 개발에 노력 ”

SK텔레콤은 양자정보통신 기술 연구에 국내 기업 중 가장 적극적인 행보를 보이고 있다. SK텔레콤은 한국에서 '양자정보통신', '양자암호' 등의 용어가 생소하던 시점인 2011년부터 양자기술연구소 '퀀텀테크랩'을 설립하고 운영 중이다. 연구소 설립 후 양자정보통신에 500억 원을 투자했으며, 2013년 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)와 함께 '퀀텀정보통신연구조합' 설립을 주도하는 등 국산 양자정보통신 기술 개발에 노력을 기울이고 있다.

양자암호 원천 기술과 상용 시스템 개발에 중점을 둔 결과, SK텔레콤이 현재까지 확보한 양자정보통신 기술 관련 특허는 50여 개에 달한다. 2016년에는 SK텔레콤 분당사옥에 양자암호통신 국가시험망을 구축했다. 향후 전용 중계기를 개발해 장거리 구간 및 N:N 연동 방식으로 시험망을 확대할 예정이다. 대전의 KISTI(한국과학기술정보연구원)와 함께 수도권과 대전권을 연결하는 양자암호통신 시험망을 구축하기 위해 협업 중이다. SK텔레콤은 2017년 상반기에는 예측 불가능한 암호를 지속적으로 생성하는 양자난수생성칩(QRNG)을 5*5mm 크기로 개발해 사물인터넷(IoT)과 자율주행차 등의 해킹을 높은 수준에서 차단할 수 있도록 지속 경주 중이다.



Source: SK텔레콤, 삼성KPMG 경제연구원 재구성
 Note: 전송거리는 왕복 기준

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

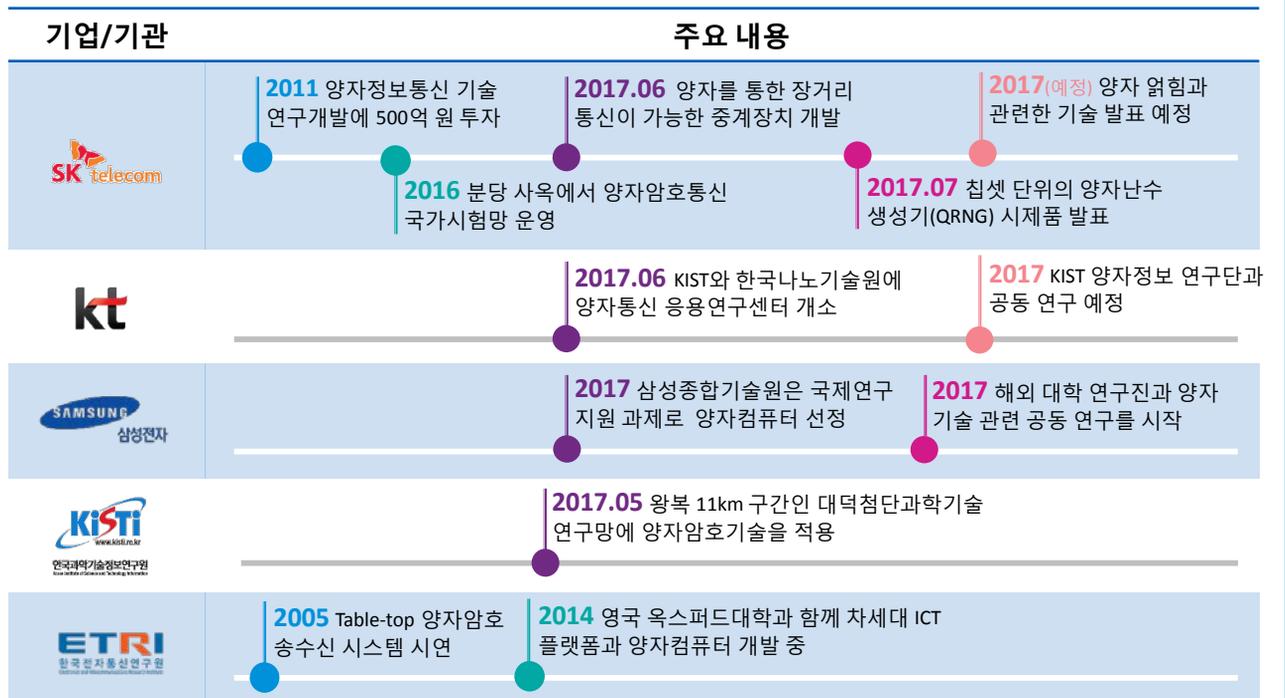
“ KT와 삼성전자도 2017년부터 양자정보통신 기술 연구에 본격적으로 뛰어드는 모습 ”

최근 KT와 삼성전자도 양자정보통신 기술에 관심을 보이고 있다. KT는 2017년 6월 한국과학기술연구원(KIST)과 공동으로 수원 한국나노기술원에 양자통신 응용연구센터를 개소했다. 기술 연구에는 KIST 내 양자정보연구단도 공동으로 참여하며, 향후 양자암호통신 상용 기술 확보에 역량을 집중할 방침이다.

삼성전자는 2017년 신사업 분야와 융복합 기술 및 기초기술 분야를 중점적으로 연구하는 삼성종합기술원의 국제연구지원 과제로 양자컴퓨터를 채택했다. 더불어 2017년 9월부터 해외 대학 연구진과 양자 기술 관련 공동 연구를 시작했으며, 연구진에 연간 최고 10만 달러를 지원하고 지식재산권을 공동 소유하는 등 파격적인 조건을 내걸었다. 이 같은 삼성전자의 행보는 양자정보통신 기술을 유망 기술로 판단하고, 기술 축적을 위한 장기 투자를 시작한 것으로 보인다.

국내 중소기업과 스타트업의 성과도 포착된다. 국내 광다이오드 기업인 '우리로'는 양자암호키분배장치 관련 단일광자검출기용 칩 개발에 성공했다. 특히 양자암호통신용 칩은 세계에서 두 번째로 개발돼 관련 시장에서 성장이 기대된다. 또한 양자암호 보안 관련 스타트업 '이와이엘'은 최근 초소형 양자 펄스 생성기 'Qu-Ev01'을 개발했으며, 이는 각종 사물인터넷(IoT) 기기에 부착해 암호키를 생성해 보안성을 높일 수 있다. 이처럼 국내 기업도 양자정보통신 기술 연구에 착수해 국내 양자 기술 개발 경쟁은 점차 가속화될 전망이다.

국내 주요 기업·기관의 양자 기술 개발 동향



Source: 정보통신기술진흥센터, 각 사 홈페이지, 언론사 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

시사점

ICT 패러다임을 바꿀 수 있는 양자정보통신 이해도 제고

“ 양자정보통신 기술은 통신, 국방, 암호 체계 해독, 신물질·신약 개발 등 다양한 분야에 활용 가능한 파급력이 큰 분야 ”

양자정보통신 기술은 통신, 국방뿐 아니라 금융, 의료 등 다양한 응용 분야에 활용이 가능하다. 아울러 양자컴퓨터는 유전자 분석과 같은 신약 개발에 활용할 수 있고, 양자 이미지 센서를 이용하면 인체에 무해한 의료영상 확보가 가능해질 수 있는 등 기존 기술로는 불가능한 것을 구현할 수 있게 함으로써 ICT의 미래를 바꿀 수 있을 기술이다.

또한 양자정보통신 기술은 GPS 없이 정확한 위치기반 서비스를 제공하는 등 자율주행차 시대에 필수적인 기술로 자리매김할 수도 있을 것으로 전망된다. 이러한 파급효과로 세계 각국에서는 양자정보통신 기술을 확보하기 위해 치열하게 경쟁 중인 가운데, 우리나라에서도 양자정보통신 기술의 영향력과 파급력에 대한 이해도를 높여야 한다. 양자정보통신으로 생성되는 새로운 시장의 경쟁 역학 관계에 대한 분석 또한 필수적이다.

양자정보통신 기술 확보를 위한 정교한 전략 수립

“ 산학연 클러스터 연구 및 양자 관련 기술 보유 기업과의 M&A, 기술제휴 고려 가능 ”

국내 기업의 경우, 해외 양자정보통신 기술 개발 사례에서 벤치마킹 포인트를 도출해 내는 것도 필요하다. 구글은 미국항공우주국(NASA)과의 공동연구소를 설립했으며, 캐나다 벤처기업의 제품 구입을 통해 양자 시장에 진입했다. 또한 중국의 알리바바는 연구기관과의 협력을 통해 기술 연구를 진행 중이다. 국내 기업은 자체적 R&D 외의 방법 또한 고려하여, 양자 관련 기술 보유 기업 M&A(인수·합병), 기술제휴 등을 통해 양자정보통신 기술 개발을 진행할 수 있을 것이다. 더불어 국책연구기관, 대학 등과의 산학연 협력을 통해 기술 상용화를 달성하는 방안도 고려할 수 있다. SK텔레콤의 경우 장기적으로 기술 연구개발에 투자해 최근 연구 성과를 내고 있다. 후발주자로 참여하는 기업도 양자정보통신 기술 확보를 위한 보다 정교한 전략을 수립해야 할 것이다.

양자정보통신 시대 도래에 따른 시사점

 Understanding	ICT 패러다임을 바꿀 수 있는 양자정보통신 이해도 제고	<ul style="list-style-type: none"> 양자정보통신 파급력 및 신시장의 경쟁 역학에 대한 이해 필수
 Corporate Strategy	양자정보통신 기술 확보를 위한 정교한 전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> 국내 기업의 양자 기술 확보를 위한 R&D, M&A, 기술제휴 등 필요
 Government Policy	ICT 기업의 포트폴리오 다각화 기회	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 성장동력으로 부상하는 양자 시장에서의 비즈니스 기회 포착
	기술 선도국과의 격차 줄이기 위한 정책 강화	<ul style="list-style-type: none"> 국내 양자정보 관련 정부 지원 및 투자 정책 실행의 가속화 시급
	양자정보통신 기술 표준화·인증 제도 마련	<ul style="list-style-type: none"> 양자 기술의 인증 절차와 상업화를 위한 표준화 담당 기구 및 제도 필요

Source: 삼성KPMG 경제연구원

양자정보통신, ICT의 새로운 미래

“ 양자정보통신 시장 기회의 적시 포착을 통한 신성장 동력 창출 및 포트폴리오 다각화 필요 ”

ICT 기업의 포트폴리오 다각화 기회

국내 ICT 기업들은 양자정보통신 시장의 확대 전망에 따른 새로운 사업 기회를 놓쳐서는 안 될 것이다. 예를 들어, 광통신망 구축에 필요한 광분배기 칩과 광모듈 등을 제조하던 기업이 양자암호통신의 핵심부품을 제조하여 포트폴리오를 다각화하는 경우가 있듯이, 양자 기술 부상에 따른 신성장 동력의 기회를 적시에 모색해야 한다.

양자정보통신 시대가 도래하고 있는 가운데, 관련 시장에서 비즈니스를 선제적으로 준비하던 기업들을 중심으로 조기 상용화가 예상되고 있기도 하다

기술 선도국과의 격차 줄이기 위한 정책 강화

양자정보통신 기술의 중요성 및 영향력에도 불구하고, 한국의 해당 기술력은 미국과 유럽, 일본, 중국 대비 뒤쳐져있다. 한국전자통신연구원에 따르면, 한국의 양자암호통신 기술은 기술 선도국과 비교해 5.8년, 양자컴퓨터 기술은 7.6년 뒤쳐져 있다. 양자 관련 정책 실행이 지연되면 한국은 '양자 기술 추종자'에 머물 수 있는 상황이다.

양자정보통신 산업 육성을 정책적으로 가속화될 필요가 있다. 특히 한국과 같이 ICT 산업에 대한 경제 의존도가 높은 국가에서는 차세대 원천 기술에 대한 연구와 투자를 선도해야 한다. 양자 기술은 진입 장벽이 높고 초기 비용이 큰 분야이므로, 정부 주도의 연구개발과 선투자가 필요한 영역이다.

양자정보통신 기술 표준화 및 인증 제도 마련

국내에서도 양자정보통신 기술이 미래 신산업으로 인식되면서 '퀀텀 포럼'과 같은 단체가 설립되는 등 기술 표준화를 위한 노력이 진행 중이다. 자국 기술이 글로벌 표준이 되면 기술이 누적됨에 따라 향후 해당 기술이 진보하면서도 지속적으로 기술적 리더로 자리매김할 가능성이 높다.

또한 표준화를 선점함으로써 표준 기술과 관련된 제품의 경제적 이익을 독점할 수 있을 뿐만 아니라, 상대국가나 기업과의 협상 관계에서 우위를 선점할 수 있는 효과도 누릴 수 있다. 따라서 현재 널리 통용되고 있는 국제 표준을 검토하는 동시에 표준화가 이루어지지 않은 영역은 국내 표준화 단체가 선제적으로 인증해 표준을 선점할 필요가 있다. 이를 위해 인증 절차와 상업화를 위한 표준화를 담당하는 국내 기구가 설립되고 관련 제도가 마련되어야 한다.

'늦었다고 생각할 때가 가장 빠른 때이다'는 격언처럼, 양자 기술의 산업 전반에 걸친 파급력을 염두에 두고, 양자정보통신을 통한 '퀀텀 점프(Quantum Jump)'의 기회를 지금 이 순간부터 포착해야 한다.

“ 기술 선도국 대비 한국의 양자암호통신 기술은 5.8년, 양자컴퓨터 기술은 7.6년 뒤쳐져 ... 양자 관련 정책 실행이 지연되면 '양자 기술 추종자'에 머물 수 있어 ”

“ 글로벌 표준화 보유로 협상 관계에서의 우위를 점할 수 있음 ”

Business Contacts

전자정보통신반도체산업 전문팀

양승열

부대표

02-2112-0330

seungyeouyang@kr.kpmg.com

염승훈

전무이사

02-2112-0533

syecom@kr.kpmg.com

전철희

전무이사

02-2112-0355

cjun@kr.kpmg.com

박성배

전무이사

02-2112-0304

sungbaepark@kr.kpmg.com

한상현

상무이사

02-2112-0387

sanghyunhan@kr.kpmg.com

정현

상무이사

02-2112-0334

heonjung@kr.kpmg.com

노원

상무이사

02-2112-0313

wroh@kr.kpmg.com

민성진

상무이사

02-2112-0852

smin@kr.kpmg.com

오헌창

상무이사

02-2112-7478

heonchangoh@kr.kpmg.com

신문철

상무이사

02-2112-0356

moonchulshin@kr.kpmg.com

강인혜

상무이사

02-2112-0363

ikang@kr.kpmg.com

최이현

상무이사

02-2112-0505

yeehyunchoi@kr.kpmg.com

김익찬

상무이사

02-2112-0468

ikchankim@kr.kpmg.com

안창범

상무이사

02-2112-0312

cahn@kr.kpmg.com

kr.kpmg.com

© 2017 Samjong KPMG ERI Inc., the Korean member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative ("KPMG International"), a Swiss entity. All rights reserved. Printed in Korea.

The KPMG name and logo are registered trademarks or trademarks of KPMG International.

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavour to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.